

Руководство оператора
установки выращивания монокристаллов
“Водопад 2”

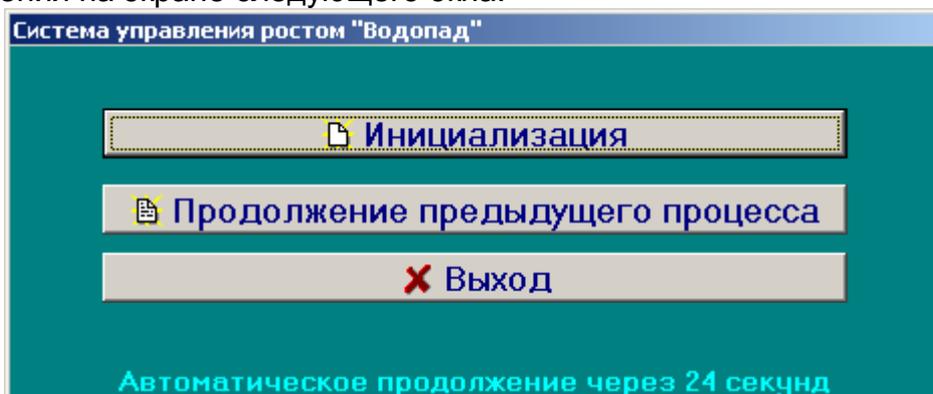
1 Введение

Управление технологическим процессом на установке "Водопад" осуществляется при помощи системы управления, состоящей из программного обеспечения (ПО), установленном на персональном компьютере (ПК) рабочей станции.

2 Загрузка управляющей программы

Загрузка управляющей программы осуществляется автоматически при включении питания ПК, которое осуществляется нажатием соответствующей кнопки на передней панели установки.

Функционирование управляющей программы начинается с появления на экране следующего окна:



Если оператор в этот момент отсутствует или ничего не предпринимает, то, через тридцать секунд, будет автоматически предпринята попытка продолжить предыдущий процесс...

Оператор должен присутствовать при загрузке программы. Как правило вход в программу осуществляется по кнопке «Инициализация».

У оператора есть три варианта выбора:

Название кнопки	Действие
Инициализация	Происходит запуск системы управления с установкой всех управляемых устройств в состояние "выключено". При этом параметры процесса, графики и другие настройки сохраняют ранее установленные значения.
Продолжение предыдущего процесса	Происходит запуск системы управления без инициализации всех управляемых модулей, так как предполагается, что ПК не отключался. После этого управляющая программа считывает ранее сохраненное состояние процесса и продолжает прерванный ранее график или состояние слежения.
Выход	Выбрав этот пункт меню оператор отказывается от загрузки управляющей программы.

Внимание:

если питание ПК выключалось, то продолжить процесс НЕЛЬЗЯ. При попытке оператора выбрать в этом случае продолжение процесса управление может происходить неправильно.

Через две - три секунды, после выбора одного из вариантов происходит полная загрузка управляющей программы. Примерный вид окна основного состояния программы представлен на нижеследующем рисунке.

The screenshot shows the 'Водопад 2.20' software interface. At the top, it displays 'Этап : 1', 'Время от начала этапа : 00:00:00', 'Режим : Слежение', 'Участок : 1', 'Время до конца участка : 00:00:00', and 'Время : 16:18:06'. Below this are several tabs: 'Текущее состояние', 'Регуляторы', 'Параметры процесса', 'Входные таблицы', 'Дискретные устройства', 'Журнал событий', and 'Графики, протокол'. The 'Текущее состояние' tab is active, showing parameters for 'Кристалл' (Mass, Diameter, Stretching speed, Rotation speed) and 'Весовые характеристики' (Registrable weight, Basic weight, Weight change, Average quadratic deviation). Below these are 'Нагреватель' (Voltage, Current, Power) and 'Характеристики роста' (Crystal length, Growth rate). A large black area in the center contains the text 'Шток вверх' in red. At the bottom, there are function key shortcuts: F2: Пуск, F3: Продолжение, F4: Стоп, F5: Тек. значения, F6: Регуляторы, F7: Параметры, F8: Таблицы.

3 Интерфейс программы

Прочитайте этот раздел внимательно. Понимание принципов, на которых построен интерфейс программы, делает работу с ней интуитивно понятной.

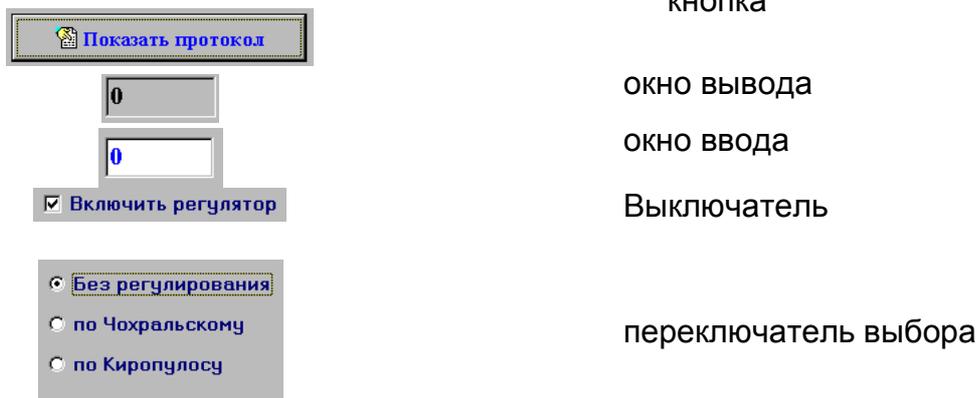
Интерфейс представляет собой систему вкладок. Ниже отображен заголовок главной вкладки:

Текущее состояние	Регуляторы	Технология	Параметры аппаратуры	Дискретные устройства	Журнал событий	Кристалл
-------------------	------------	------------	----------------------	-----------------------	----------------	----------

Переход с одной вкладки на другую производится по горячим клавишам:

- <F5> - Текущее состояние
- <F6> - Регуляторы
- <F7> - Технология
- <F8> - Параметры аппаратуры
- <F9> - Дискретные устройства
- <Page Down> - следующая вкладка
- <Page Up> - предыдущая вкладка

На вкладках расположены различные **элементы управления**:



В конкретный момент времени пользователь оперирует с каким-либо **одним** - текущим элементом управления. Переход от одного элемента управления к другому осуществляется при помощи следующих клавиш: <Tab>, и [←], [↑], [→], [↓]. Текущий элемент управления выделяется от остальных: если это кнопка или переключатель, то пунктирной рамкой, а если это окно ввода или таблица ввода - то там появляется курсор.

На кнопку или выключатель можно **"нажать"** используя клавишу [Space] или пробел.

В некоторых окнах присутствует кнопка [Установить] - это значит, что **изменения, которые Вы производите, вступят в силу только после нажатия этой кнопки.**

Клавиша [Enter] (ввод) часто используется в качестве кнопки [Установить].

Кроме того, обратите внимание на надписи на элементах управления. Если одна из букв в названии элемента управления подчеркнута, то, для того, чтобы "нажать" на этот элемент управления, нужно, удерживая клавишу <Alt> **в нажатом состоянии, нажать на клавишу с подчеркнутой буквой.** Например, если у кнопки заголовок [Опции], то для того, чтобы нажать на кнопку можно нажать <Alt> + <O>.

4 "Текущее состояние".

Представленное выше окно отображает текущее состояние установки:

- 1) На нем представлены основные измеряемые параметры: напряжение нагревателя и показания датчика веса.
- 2) Интерфейс окна позволяет изменять основные управляемые параметры: скорость вытягивания, скорость вращения и напряжение нагревателя.
- 3) Окно отображает текущее состояние управляющей программы.

В прямоугольниках с серым фоном, отображаются измеряемые параметры, которые не подлежат изменению оператором. В окнах ввода (они с белым фоном) отображены параметры, которые может менять оператор. Перемещение между окнами осуществляется клавишами <Tab>, и ←, ↑, →, ↓. Для того, чтобы задать новое значение достаточно установить курсор в соответствующее окно, ввести на цифровой части клавиатуры новое значение и нажать <Enter>. **Сделать окно "Текущее**

состояние" активным можно в любой момент времени, нажав <F5>.

Некоторые параметры удобно изменять пошагово. Для них (напряжение нагревателя, скорость вращения штока, скорость перемещения штока) предусмотрено **пошаговое управление**. Для уменьшения параметра на один шаг установить курсор в окно ввода этого параметра и нажмите **[Shift] + [<]**, а **[Shift] + [>]** - для увеличения на один шаг.

Черное окно вывода в нижней части окна появляется, когда один или несколько параметров работы установки не соответствуют нормальному состоянию (неисправности аппаратуры, отсутствие охлаждающей воды и т.п.).

Статусная панель в верхней части экрана видна при любом режиме работы кроме просмотра протокола:

Этап : —	Время от начала этапа : 00:00:00	Режим : Слежение
Участок : 1	Время до конца участка : 00:00:00	Время : 13:16:24

Самое важное поле на статусной панели - поле "Режим". У этого поля два значения: **"Автомат"** и **"Слежение"**. Поле отображает один из двух возможных режимов работы установки.

4.1 Затравление

До момента затравления программа не производит расчет диаметра и не ведет историю роста. **После удачного затравления оператор должен нажать <Ctrl>+<Z>**. В результате, на экране должно появиться следующее окно:

Если первое затравление оказалось неудачным при следующем затравлении необходимо вновь нажать <Ctrl>+<Z>: в этот момент программа начнет сначала вести историю роста и зафиксирует новый базовый вес.

5 Режим слежение.

Этот режим устанавливается по умолчанию. В режиме "слежение" управляющая программа контролирует только пределы управления и аварийные ситуации. Расчет значений управляемых параметров производится оператором и вводится им в соответствующие окна ввода. Управляющая программа в этом режиме лишь фиксирует указания оператора и исполняет их.

В этом режиме оператору позволяет:

- прямое управление дискретными сигналами;
- изменение параметров процесса;
- настройка регуляторов;
- подготовка графиков управления.

Все значимые команды, задаваемые оператором в этом режиме, фиксируются в журнале событий.

В этот режим система управления переходит при возникновении аварийных ситуаций и по завершению заданных для автоматического режима графиков.

6 Режим автомат.

В этом режиме включение и выключение всех исполнительных устройств, изменение управляющих параметров производится автоматически, и оператор может только наблюдать за работой управляющей программы. На всех этапах выращивания кроме затравливания рекомендуется использовать автоматический режим.

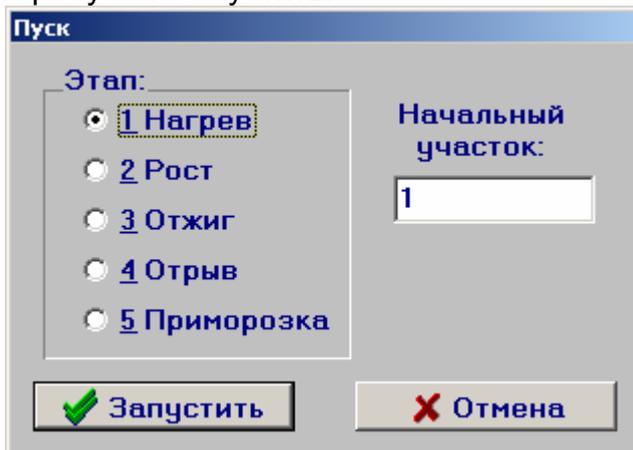
6.1 Запуск автоматического режима

В нижней части рабочего экрана есть панель с кнопками для вызова основных команд:



На кнопках, кроме названия самой команды, указаны так же "горячие" клавиши, по которым эту самую команду можно вызвать.

Запуск автоматического режима производится нажатием кнопки "Пуск" (клавиша <F2>). После вызова этой команды появляется окно, в котором оператору предлагается выбрать: какой именно автоматический режим требуется запустить:



Переход между элементами управления, здесь и ВО ВСЕХ ОСТАЛЬНЫХ окнах программы производится с помощью клавиш <Tab>, <←>, <↑>, <→>, <↓> и клавиши <SPACE> (пробел). Последняя используется для "нажатия на кнопки".

Итак, после появления этого окна Вы можете:

- отказаться от запуска процесса, нажав на кнопку <Отмена>.
- Выбрать нужный процесс и запустить его, нажав на кнопку <Запустить>.

Если Вы выбрали последний вариант, то система перейдет в режим "Автомат" и выбранный Вами график начнет исполняться с выбранного этапа.

Выход из режима автомат в любой момент можно осуществить по нажатию клавиши <F4>.

Нажатие клавиши <F3> позволяет **продолжить остановленный ранее процесс**. Соответственно, по продолжению процесса программа не задает никаких вопросов по поводу того, какой именно график и с какого участка - график будет продолжен с той самой секунды, как он был остановлен.

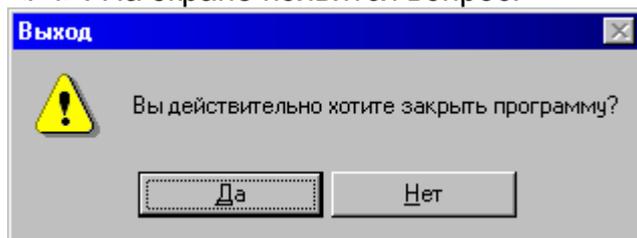
7 Завершение работы системы управления

Завершение работы системы управления предусмотрено:

- 1) Перед полным выключением установки.
- 2) Для проведения обслуживания компьютера.

Для завершения работы программы можно осуществить следующим способом:

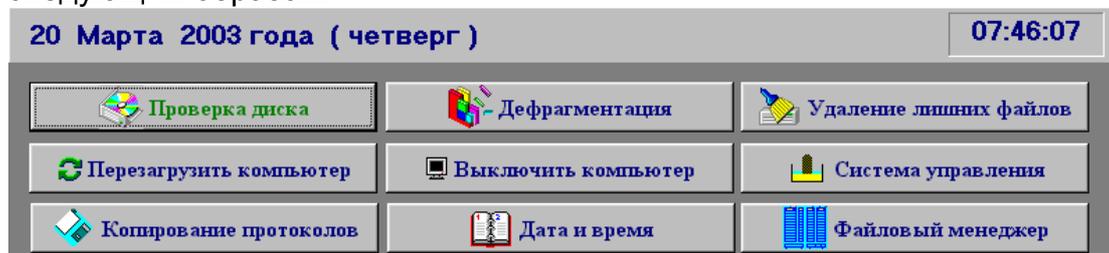
Удерживая в нажатом состоянии клавишу <Alt> нажать клавишу <F4>. На экране появится вопрос:



В случае положительного ответа работа управляющей программы будет завершена и произойдет выход в сервисную программу.

8 Сервисная программа

Сервисная программа является вспомогательной. Она используется в перерывах между процессами и запускается после завершения работы основной программы. Её основное окно выглядит следующим образом:



Название кнопки	Выполняемые действия
Удаление лишних файлов	Производится удаление временных файлов, которые создаются операционной системой. Кроме того, удаляются файлы протокола и журналы событий, которым более 7 дней.
Система управления	Запускается основная программа. Работа сервисной программы на этом завершается.
Дата и время	Установка даты и времени на часах компьютера.
Копирование протоколов	Упаковка и копирование протоколов процессов на чистый гибкий диск.

Назначение остальных клавиш понятно и соответствует их названию. **Один раз в неделю рекомендуется проводить "удаление лишних файлов", проверку диска и перезагрузку компьютера.**

9 Заполнение графиков работы

Для заполнения графиков предназначена вкладка "Входные таблицы". Вкладку в любой момент можно вызвать нажатием клавиши <F8>.

Для различных этапов процесса программа хранит 3 различных графика:

- 1) Нагрев
- 2) Рост
- 3) Отжиг

Кроме того, на ведение всех расчетов влияет содержимое настроек находящихся на вкладке «Начальные условия» параметров процесса.

Выбор нужного графика производится при помощи нажатой клавиши <Alt> и номера графика (0...3).

9.1 Типы графиков

В программе предусмотрено несколько типов графиков. Логика расчета управляемых параметров в автоматическом режиме при разных типах графиках принципиально отличается.

9.1.1 График по времени

Это самый простой вид графика. В нем все параметры зависят только от времени. В таблице 5 колонок. Если, к примеру, график заполнить следующим образом:

№ этапа	Время, Мин	U индуктора, В	V штока, Мм/час	W штока, об/мин
1	30	30	0	5
2	45	150	5	4

То через 30 минут после его начала напряжение на нагревателе достигнет 30 Вольт, перемещение штока будет выключено, а скорость вращения достигнет 5-ти оборотов в минуту. Далее, за следующие 45 минут напряжение нагревателя увеличится до 150-ти Вольт. При этом вытягивание плавно достигнет скорости 5 мм/час, а скорость вращения штока снизится на один оборот в минуту.

При работе по этому графику программные регуляторы не используются, контроль диаметра не производится.

9.1.2 График по Чохральскому

В этом графике управляемые параметры зависят от формы кристалла:

№ этапа	L кр., Мм	D кр., Мм	U индуктора, В	V штока, Мм/час	W штока, об/мин
1	30	50	3	0	5
2	50	90	15	0.5	4

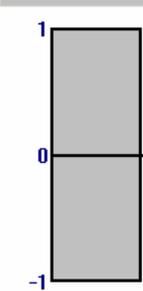
Диаметр кристалла система управления будет пытаться вычислить по приращению показаний датчика веса. При этом будут учитываться физические параметры процесса (плотность расплава, плотность кристалла, высота и диаметр тигля, диаметр затравки...). **Не забудьте**

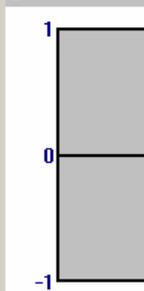
установить их до начала процесса. Разница между рассчитанным диаметром кристалла и заданным в графике будет сигналом рассогласования для ПИД регуляторов.

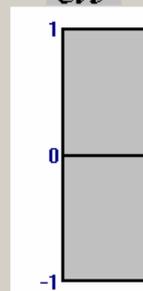
10 Регуляторы

Вкладка с таким названием вызывается по нажатию клавиши <F6>. Примерный вид вкладки приведен на следующем рисунке:

1 Нагрев | 2 Подъем штока | 3 Вращение

ΔD


$\int dD \cdot dt$


$\frac{dD}{dt}$


$\Delta = D_{\text{факт}} - D_{\text{задания}}$

0
0
0

	$\Delta > 0$	$\Delta < 0$
Кп	0	0
Ки	0	0
Кд	0	0
Кξ	1	1

Включить регулятор

Fп= 0
Fи= 0
Fд= 0

F = Fп + Fi + Fд = 0
Сброс

$\Delta \text{ max, мм:}$
 Предел накопления интеграла:
 Предел управляющей функции:

В установке "Водопад" предусмотрены 3 пропорционально дифференциально интегральных (ПИД) регулятора:

- 1) по напряжению нагревателя (он же регулятор диаметра)
- 2) по подъему штока
- 3) по вращению штока

Каждый регулятор расположен на своей отдельной вкладке. Для того, чтобы открыть нужную вкладку нажмите клавишу <Alt> и, удерживая ее, нажать клавишу <1>, <2> или <3> или в соответствии с номером нужной вкладки.

Вкладки всех регуляторов имеют одинаковый интерфейс. На вышеприведенном рисунке представлена вкладка регулятора напряжения (регулятора диаметра).

Для каждого регулятора предусмотрено 2 набора коэффициентов K_i , K_p , K_d и K_ξ . Один набор для положительных ошибок, а второй - для отрицательных.

Назначение коэффициентов:

- K_p - коэффициент пропорциональной составляющей
- K_i - коэффициент интегральной составляющей
- K_d - коэффициент дифференциальной составляющей
- K_ξ - коэффициент скорости накопления интеграла.

Расчет управляющего воздействия производится последующему алгоритму:

- 1) Пропорциональная составляющая: $F_p = \Delta * K_p$
- 2) Дифференциальная составляющая: $F_d = (\Delta - \Delta_0) * K_d$
- 3) Интегральная сумма: $S = S + \Delta * K_\xi$

4) Интегральная составляющая: $F_i = S \cdot K_i$

5) Сдвиг истории отклонений: $\Delta_0 = \Delta$

Кроме этого, есть три ограничения накладываемых на расчет управляющего воздействия:

- **Δ_{\max} , мм** - Если величина ошибки превышает указанное в этом поле ввода значение, то эта ошибка не участвует в накоплении интегральной суммы.
- **Предел накопления интеграла** - интегральная сумма по модулю не превысит указанной здесь величины.
- **Предел управляющей функции** - $|F_{\text{упр}}|$ не превысит этого значения.

Если в одном из вышеперечисленных трех полей ввести 0, то соответствующее ограничение снимается.

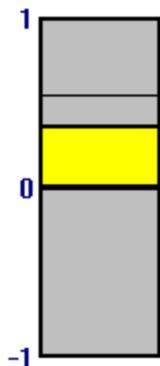
Выключить регулятор можно в любой момент времени. Для этого выберите с помощью клавиши <Tab> выключатель "Включить регулятор". И установите клавишей <Space> нужное состояние выключателя:

- | | |
|--|----------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Включить регулятор | - регулятор включен |
| <input type="checkbox"/> Включить регулятор | - регулятор выключен |

Для большей прозрачности и наглядности работы регулятора для каждого из них отображаются:

- Заданное и фактическое значения, величина ошибки.
- Величина каждой составляющей
- Величина управляющего воздействия

Кроме этого для каждой из трех составляющих предусмотрен индикатор изменения состояния. Индикатор помнит предыдущее состояние отображаемого параметра (тонкая горизонтальная линия). Цвет закрашенного прямоугольника имеет три значения:



- 1) красный - модуль значения параметра увеличивается;
- 2) желтый - значение не изменилось;
- 3) зеленый - модуль значения уменьшается.

Пределы шкалы индикатора изменяются автоматически.

11 Параметры процесса

Эта вкладка содержит важные настройки, определяющие работу системы управления. Вкладка в любой момент времени может быть вызвана по клавише <F7>.

Вкладка в свою очередь содержит другие вкладки:

1. Начальные условия
2. Фильтрация
3. Пределы управления
4. Калибровка датчика веса
5. Планировка дискрет

Для переключения между вкладками удерживая нажатой <Alt> нажмите номер интересующей вкладки.

11.1.1 Вкладка «Начальные условия»

Внешний вид вкладки представлен на следующем рисунке:

The screenshot shows a control panel with the following fields and values:

- Диаметр затравки, мм: 5
- Диаметр тигля, мм: 120
- Длина затравки, мм: 15
- Масса расплава, г: 30000
- Плотность кристалла, г/см³: 4000
- Плотность расплава, г/см³: 3000
- Кнопка: Установить (with a green checkmark icon)

Здесь находятся физические параметры процесса роста используемые при выращивании по Чохральскому. После ввода новых значений, не забудьте нажать кнопку "Установить".

На приведенном рисунке приведен вид вкладки, содержащей настройки, примерно соответствующие тиглю 150 мм.

11.1.2 Фильтрация

Используя эту вкладку можно включать и отключать фильтрацию различных сигналов, изменять длину фильтра и порог достоверности данных. После внесения необходимых изменений можете просто нажать клавишу <Enter>, для того, чтобы они вступили в силу.

Следует осторожно относиться к изменению данных настроек. Неправильная настройка параметров фильтрации может существенно ухудшить метрологические характеристики установки. Оптимальные параметры, соответствующие физическим особенностям измеряемых сигналов, устанавливаются в процессе пуско-наладочных работ.

11.1.3 Пределы управления

Таблица ввода, расположенная на этой вкладке позволяет изменять:

- Логические пределы управления
- Максимальный шаг подъема
- Максимальный шаг снижения
- Предельный шаг управления
- Шаг ручного управления

После внесения изменений в таблице нужно нажать <Tab> и нажать на клавишу "Установить".

Ниже приведено заполнение этой вкладки, соответствующее тепловому узлу для тигля 150 мм:

Параметр	Миним. допустимое задание	Макс. допустимое задание	Предельный шаг подъема	Предельный шаг снижения	Предельный шаг управления	Шаг ручного управления
Перемещение штока, мм/час:	-30	30	1	2	1	1
Вращение штока, об/мин:	0	30	1	5	2	1
Напряжение, В:	0	30	0.5	1	0.25	0.1

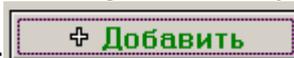
11.1.4 Калибровка датчика веса

На этой вкладке в табличной форме представлены опорные точки для перевода показаний датчика веса из аппаратных значений (количество импульсов опорной тактовой частоты) в физические (граммы).

Обычно эта таблица устанавливается при наладке установки. Необходимость в повторном снятии этой таблицы может возникнуть при замене или перенастройке датчика веса. Таблица может быть дополнена в произвольном порядке и содержать до 100 точек.

Для того, **чтобы добавить точку**, используя клавишу <Tab>,

сделайте кнопку добавить текущей:

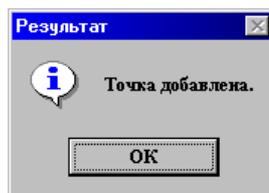


Затем нажмите на кнопку, используя клавишу <Space>. В результате на экране должно появиться следующее окно:

Укажите в окне ввода вес установленной гири. После этого используя клавишу <Tab>, выберите кнопку "Добавить" и нажмите клавишу <Space>. После этого окно примет следующий вид:

В подтверждении работы надпись "Дождитесь заполнения фильтра" меняет цвет с желтого на зеленый, кроме того, индикатор выполнения работы заполняется слева направо.

По окончании измерений на экране появится следующее сообщение:



Нажмите клавишу <Enter> или <Space> - окно сообщения закроется и в калибровочной таблице станет на одну точку больше.

Кроме добавления точек, во время калибровки возникает необходимость удалить точки, содержащие устаревшую информацию. Для того, **чтобы удалить точку** из калибровочной таблицы нужно:

- 1) Используя клавиши <↑>, <↓> и клавишу <Tab>, выберите в таблице точку, подлежащую удалению. Например, в

приведенном ниже рисунке это точка №3:

Калибровочная таблица		
№ точки	Аппаратное значение	Вес, г
1	4240650.73592965	0
2	3454589.61768844	1000
3	2988501.64592965	2000
4	2674380.11070352	3000

- 2) Используя клавишу <Tab> выберите кнопку "Удалить" и нажмите <Space>.

11.1.5 Планировка дискрет

Внешний вид вкладки приведен на следующем рисунке:

1 Начальные условия | 2 Фильтрация | 3 Пределы управления: | 4 Калибровка датчика веса | 5 Планировка дискрет

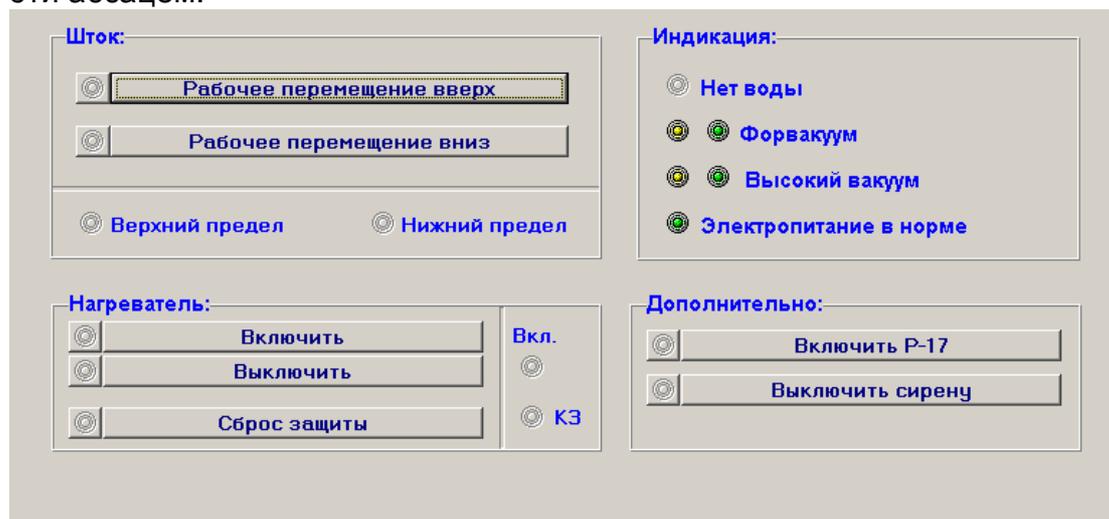
Дискретный ввод:					Дискретный вывод:				
Сигнал	Порт	Бит	Инв.	Откл.	Сигнал	Порт	Бит	Инв.	Откл.
Нет воды	0x210	5	1	0	Включить Р-17	0x211	3	0	0
К.З. нагревателя	0x211	0	0	0	Шток вверх	0x225	6	0	0
Высокий вакуум Н	0x211	4	0	0	Шток вниз	0x225	7	0	0
Высокий вакуум L	0x210	3	0	0	Включить нагрев	0x210	1	0	0
Форвакуум Н	0x211	6	0	0	Выключить нагрев	0x210	2	0	0
Форвакуум L	0x211	7	0	0	Сброс защиты	0x210	3	0	0
Верх. предел штока	0x210	7	0	0	Сирена	0x210	6	0	0
Нижн. предел штока	0x210	1	0	0	ПК в норме	0x211	7	0	0
Нагрев включен	0x210	2	0	0					
Питание в норме	0x212	7	0	0					
Ускоренное вверх	0x211	3	0	1					
Ускоренное вниз	0x211	1	0	1					

Информация на вкладке должна соответствовать электрической схеме подключения дискретных сигналов. Неправильные настройки на данной вкладке могут привести к неправильной работе системы «Водопад».

12 Дискретные устройства

Вкладка с таким названием отображает включение и выключение и выключение исполнительных устройств установки. Кроме того, используя кнопки, расположенные на этой вкладке, можно подавать команды на включение и выключение соответствующих исполнительных устройств в

режиме "Слежение". Внешний вид вкладки представлен на рисунке под эти абзацем:



Вкладка позволяет оценить текущее состояние аппаратуры.

Как правило, **не требуется вмешательство оператора для прямого управления дискретными сигналами**. Для задания необходимых режимов работы достаточно вкладки "Текущее состояние". Прямое управление дискретными сигналами может понадобиться в экстренных ситуациях или при наладке системы управления.

13 Журнал событий

Программа ведет журнал событий для каждого процесса. В этом журнале запоминается информация об аварийных ситуациях, возникавших во время процесса, командах оператора, выполнении этапов графика.

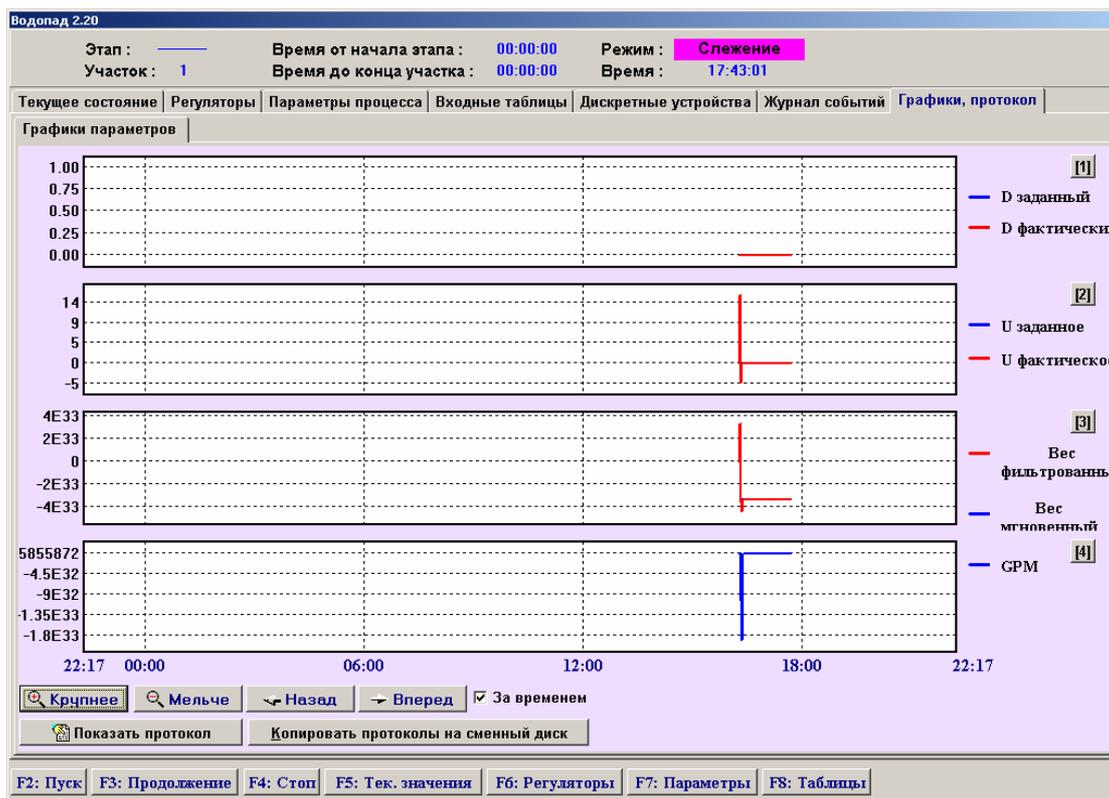
Примерный вид журнала событий:

Текущее состояние		Регуляторы		Технология		Параметры аппаратуры		Дискретные устройства		Журнал событий	
Время работы программы: 0 суток и 01:18:31						(№ виртуальной секунды) 4702					
Максимальное время работы программы: 0 суток и 11:11:34											
№	Секунда	Дата	Время	Сообщение							
3	0	21.11.2004	19:32:04	Работа программы была завершена некорректно!							
21	0	21.11.2004	19:32:13	Начало функционирования программы							
27769	4669	21.11.2004	20:50:02	Задание: V штока = 7							
27853	4683	21.11.2004	20:50:16	Задание: Базовый вес = 10							

Если в журнале больше строк, чем помещается на одной странице, то, используя клавиши <↑> и <↓> можно просмотреть остальные страницы.

14 Графики, протокол

Добраться до вкладки с таким названием можно используя клавиши <Page Down> или <Page Up>.



14.1 Протокол

Кроме журнала событий программа ведет подробный (раз в 10 секунд) протокол изменения управляемых и измеряемых параметров во время технологического процесса. Вообще говоря, протокол процесса предназначен для последующей обработки в ходе технологических исследований. Однако просмотреть протокол возможность имеется. Для вызова окна просмотра протокола нужно открыть вкладку "Текущее состояние" (клавиша <F5>) и, удерживая нажатой клавишу <Alt>, нажать клавишу <P> (<Alt>+<P>).

В результате на экране появится окно, Аналогичное тому, что приведено на нижеследующем рисунке:

Руководство оператора "Водопад"

Дата	Время	W штока	Напряжение НЗ	D фактически	Длина кристалл	Позиция штока	Высота рад	D требуемый	Факт. обороты
21.11.2004	19:32:14	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:32:24	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:32:34	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:32:44	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:32:54	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:33:04	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:33:14	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:33:24	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:33:34	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:33:44	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:33:54	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:34:04	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:34:14	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:34:24	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:34:34	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:34:44	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:34:54	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:35:04	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:35:14	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:35:24	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:35:34	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:35:44	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:35:54	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:36:04	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:36:14	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:36:24	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000
21.11.2004	19:36:34	0.000	0.000	0.000	0.000	100.000	47.800	0.000	0.000

Закрывается окно по нажатию клавиши <Esc>.

Используя клавишу <Tab>, вы можете выбрать любую из отображенных здесь кнопок или таблицу с протоколом. Нажать на кнопку можно при помощи клавиши <Space>. Назначение кнопок приведено в нижеследующей таблице:

Название кнопки	Назначение
Загрузить	Загрузка или обновление текущей страницы протокола.
Заккрыть	Окно просмотра протокола закрывается.
Настройки	Появляется панель настройки, с помощью которой можно настроить количество и порядок отображения колонок протокола, вид и цвет шрифта протокола, а также цвет фона окна.
Первая	Загружается первая страница протокола
Назад	Загружается предыдущая страница
Вперед	Загружается следующая страница протокола
Последняя	Загружается страница, содержащая последние, записанные в файл протокола данные.

Перемещение внутри таблицы протокола производится с помощью клавиш: <←>, <↑>, <→>, <↓>, <PgUp> и <PgDn>. Последние две клавиши загружают соответственно предыдущую и последующую страницу протокола.

14.2 Графики

Программа хранит в памяти данные об изменении за последние 24 часа работы следующих величин:

- Текущий диаметр
- Заданный диаметр
- Текущее напряжение нагревателя
- Заданное напряжение нагревателя
- Скорость изменения веса (GPM)

- Вес «фильтрованный»
- Вес «мгновенный»

С течением времени графики автоматически заполняются данными и сдвигаются влево. Масштаб графика так же определяется автоматически с учетом минимального и максимального значения отображаемых величин.

Для изменения интервала просмотра предусмотрены кнопки «Крупнее» и «Мельче». Минимальное значение интервала просмотра – 2 минуты, максимальное - 24 часа.

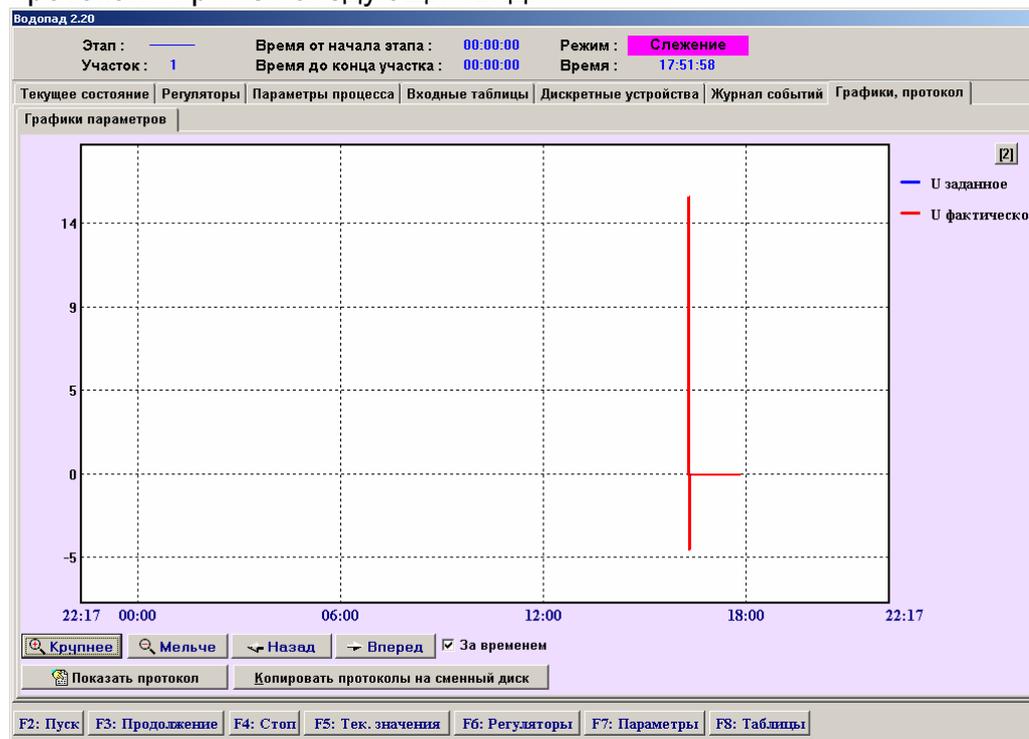
За кнопками закреплены горячие клавиши: для того, чтобы уменьшить интервал просмотра - нажмите сочетание клавиш <Ctrl>+<+>, а для того, чтобы увеличить - <Ctrl>+<->.

Оценить величину выбранного интервала можно по временной шкале, которая отображается в нижней части окна.

Кнопки «Назад» и «Вперед» позволяют перемещаться по графику соответственно назад или вперед по временной оси, для просмотра нужного участка графика.

Если переключатель «Следовать за временем», расположенный в правом нижнем углу окна включен, то графики автоматически сдвигаются влево так, чтобы текущий момент времени находился в отображаемом интервале. Переключатель автоматически выключается при использовании кнопок «Назад», «Вперед». Изменить состояние переключателя можно по нажатию <Ctrl>+<T>.

В правой части окна находятся кнопки [1], [2], [3], [4]. Нажатие на эти кнопки «разворачивает на весь экран» графики диаметра, напряжения, скорости вращения и GPM, соответственно. Повторное нажатие на эту же кнопку приводит к возвращению в обычный режим просмотра. Например, если нажать <Ctrl>+<2>, то вкладка «Графики, протокол» примет следующий вид:



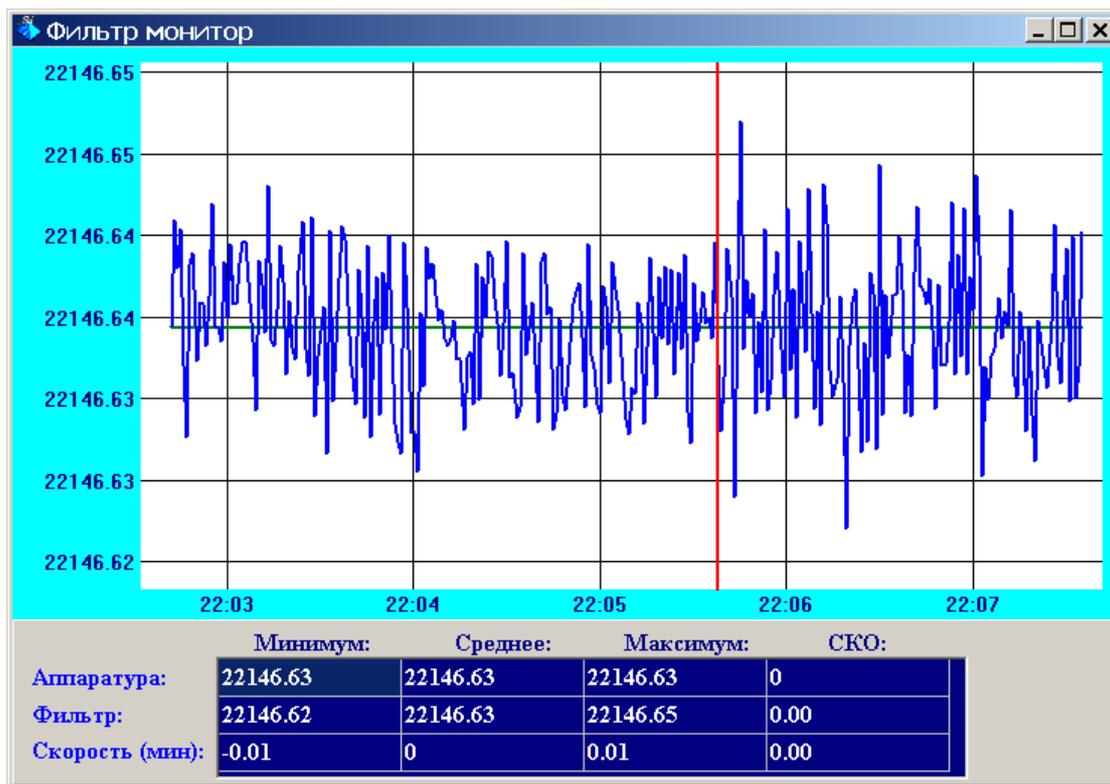
15 Тест измерений

Иногда возникает необходимость проверки исправности каналов измерения. В этом случае математическая обработка, которой подвергаются измеряемые величины будет мешать. Просмотреть мгновенные значения измеряемые программой можно при помощи окна «Тест измерений». Вызывается окно по нажатию <Alt>+<Ctrl>+<Z>. Внешний вид окна представлен на рисунке под этим текстом:



Выберите нужный канал измерения в списке, находящемся в левом верхнем углу окна и нажмите <Alt>+<Y>. Кнопка «Монитор фильтрации» (<Alt>+<M>) позволяет в графическом виде оценить качество входного сигнала и эффективность выбранной настройки фильтра за последние 5 минут. Закрывается окно по нажатию кнопки «Заккрыть» или по клавише <Esc>.

Внешний вид окна «Фильтр монитор» представлен на следующем рисунке:



Это окно также закрывается по нажатию клавиши <Esc>.

16 Рекомендации по работе и настройке

В заключении несколько советов, которые помогут Вам избежать ошибок при настройке программы:

- Когда Вы вводите некоторую команду (в простейшем случае просто нажимаете клавишу) не нужно ожидать от компьютера немедленной реакции. Нажав клавишу, отпустите ее и дождитесь реакции программы.
- Заполняйте вкладку «Начальные условия» (см п. 9.1) **до начала процесса.**
- Имейте ввиду, что введенные изменения как правило не принимаются программой, если после этого не была нажата кнопка «Установить», которую иногда заменяет клавиша <Enter>.
- При настройке ПИД регуляторов не меняйте коэффициенты слишком резко – не более чем на 10...20% за один раз. При этом нужно иметь ввиду, что эффект от изменения коэффициентов регулятора диаметра иногда можно заметить только через 10...15 минут.
- **Перед переходом к автоматическому росту проверьте правильность заполнения графика.** Как правило, длину первого участка приходится изменять, если автомат включается на этапе роста конуса. Первый этап графика не должен сильно отличаться по темпам увеличения диаметра от текущей предыстории роста.
- **После запуска графика «Рост»** запишите текущее заданное напряжение и проследите за его изменением в

последующие 10 минут. Изменение задания по напряжению, произведенное в автоматическом режиме в первые 10 минут, должно примерно соответствовать последнему указанному темпу изменения напряжения.

- Имейте в виду, что все измеряемые величины подвергаются фильтрации, отсекающей резкие выбросы и сглаживающей резкие колебания, которых не должно быть по ходу нормального течения процесса. Поэтому, **если вы хотите проверить правильность подключения АЦП или величину раскочки датчика веса от неровности тяги**, то Вам придется воспользоваться окном теста измерений или монитора фильтрации.
- Не забывайте нажать <Ctrl>+<Z> сразу после затравления – это повысит точность рассчитанных параметров кристалла.

17 Содержание

1	ВВЕДЕНИЕ	2
2	ЗАГРУЗКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	2
3	ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ	3
4	"ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ"	4
4.1	ЗАТРАВЛЕНИЕ	5
5	РЕЖИМ СЛЕЖЕНИЕ	5
6	РЕЖИМ АВТОМАТ	6
6.1	ЗАПУСК АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА	6
7	ЗАВЕРШЕНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	7
8	СЕРВИСНАЯ ПРОГРАММА	7
9	ЗАПОЛНЕНИЕ ГРАФИКОВ РАБОТЫ	8
9.1	ТИПЫ ГРАФИКОВ.....	8
9.1.1	<i>График по времени</i>	8
9.1.2	<i>График по Чохральскому</i>	8
10	РЕГУЛЯТОРЫ	9
11	ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА	10
11.1.1	<i>Вкладка «Начальные условия»</i>	11
11.1.2	<i>Фильтрация</i>	11
11.1.3	<i>Пределы управления</i>	11
11.1.4	<i>Калибровка датчика веса</i>	12
11.1.5	<i>Планировка дискрет</i>	13
12	ДИСКРЕТНЫЕ УСТРОЙСТВА	13
13	ЖУРНАЛ СОБЫТИЙ	14
14	ГРАФИКИ, ПРОТОКОЛ	14
14.1	ПРОТОКОЛ	15
14.2	ГРАФИКИ.....	16
15	ТЕСТ ИЗМЕРЕНИЙ	18
16	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ И НАСТРОЙКЕ	19
17	СОДЕРЖАНИЕ	21