

## АСУ «Термо-контроль ЖБИ»

### Обзорный проспект



Автоматизация в производстве

## Содержание

Введение .....	3
1 Назначение АСУ «Термо-контроль ЖБИ» .....	5
2 Положительный эффект от внедрения АСУ «Термо – контроль ЖБИ»:.....	6
3 Структура АСУ «Термо-контроль ЖБИ».....	9
4 Узлы управления АСУ «Термо-контроль ЖБИ» .....	11
5 Описание процесса функционирования и основных функций АСУ «Термо-контроль ЖБИ» .....	18
6 Основные технические данные .....	19
Приложение А.....	20

## Введение

Как известно при тепловлажностной обработке (ТВО) железобетонных изделий (ЖБИ) должны соблюдаться определенные температурные и влажностные условия. При обработке ЖБИ насыщенным паром задача контроля влажности в большинстве своем исключается, ввиду высокой относительной влажности паровоздушной среды в пропарочной камере, близкой к 100%. Более низкий уровень влажности на начальном этапе обработки критическим не является. Ввиду этого основной акцент при тепловлажностной обработке в пропарочных камерах делается на соблюдении заданного температурного режима, определяемого длительностью и уровнями температур следующих этапов:

1. Предварительная выдержка (в целях начального добора прочности).
2. Подъем температуры.
3. Изотермическая выдержка.
4. Охлаждение.

Именно от соблюдения заданного режима ТВО и зависит качество выпускаемого изделия. Не соблюдение заданного режима, в части температурных и временных параметров ведет:

**во первых** – к ухудшению качества выпускаемых изделий;

**во вторых** – к перерасходу пара, зачастую **в разы** превышающего достаточный объем для обработки изделий и приводящий к **миллионным годовым** бесполезным затратам («деньги на ветер» в прямом смысле).

Именно поэтому делается большой акцент на требовании автоматизации процесса ТВО ЖБИ (о чем так же указано во всех СНиП-ах по тепловой обработке ЖБИ). Эффект от применения автоматизации в пропарке ЖБИ можно так же проследить в различных методиках по тепловому расчету пропарочных камер, выражающийся в меньших значениях расчетных коэффициентов при составляющих тепловых потерь.

Стимуляция к увеличению объема автоматизации предприятий и увеличению энергетической эффективности производства проводится также на законодательном уровне. В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (<http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html>), после проведения обязательного энергетического обследования предприятия обязаны предоставить в госорганы энергетический паспорт, в котором указывается информация о количестве потребляемого предприятием энергоресурса. Данная информация учитывается при определении показателей энергетической эффективности. Для организаций, реализующих программы по энергосбережению, Федеральным Законом ФЗ-261 предусмотрено введение налоговых льгот

Несмотря на это, доля заводов ЖБИ, на которых процесс ТВО ЖБИ автоматизирован, от общей массы сравнительно мала. В большинстве своем используется ручной способ управления подачей пара в следующих 2-х вариантах:

**1 вариант** – открытие вентиля для подачи пара в пропарочную камеру происходит в 2 этапа (перед началом подъема, как правило, на половину и в процессе подъема - полностью (как правило, по истечению 1,5 – 2 часов с момента начала подъема));

**2 вариант** – оператор с заданной периодичностью (как правило, каждый час) с термометром обходит десятки пропарочных камер и снимает температурные показания, записывая их на листочек. Исходя из температурных показаний руководствуясь здравым смыслом и богатым жизненным опытом, оператор устанавливает вентили подачи пара в надлежащее положение. По возвращению в лабораторию оператор переписывает данные в соответствующий журнал.

Оба из этих вариантов влекут к ухудшению качества выпускаемых изделий (что в большинстве случаев смягчается различными добавками) и к **колоссальному перерасходу** энергоресурса.

В данном обзорном проспекте Вашему вниманию предлагается краткое описание автоматизированной системы управления процессом тепловлажностной обработки железобетонных изделий в пропарочных камерах ямного типа **«Термо-контроль ЖБИ»**, являющейся разработкой компании ООО «ИНКИП» и успешно эксплуатирующейся на ряде предприятий железобетонной промышленности.

<b>АСУ</b>	-	Автоматизированная система управления «Термо-контроль ЖБИ»
<b>ШУ</b>	-	Шкаф управления
<b>ПО</b>	-	Панель оператора
<b>АРМ</b>	-	Автоматизированное рабочее место оператора
<b>КЗР</b>	-	Клапан запорно-регулирующий
<b>ЖБИ</b>	-	Железо-бетонные (-ое) изделия (-е)
<b>ПЛК</b>	-	Программируемый логический контроллер
<b>ТВО</b>		Тепло-влажностная обработка

## 1 Назначение АСУ «Термо-контроль ЖБИ»

Автоматизированная система управления АСУ «Термо-контроль ЖБИ» представляет собой программно-аппаратный комплекс, предназначенный для управления процессом тепло-влажностной обработки (ТВО) железобетонных изделий (ЖБИ) в пропарочных камерах ямного типа, в качестве теплоносителя в которых используется насыщенный пар.

### Функции АСУ «Термо-контроль ЖБИ»:

1. Ручное и автоматическое управление процессом тепло-влажностной обработки (ТВО) ЖБИ, заключающееся в поддержании температуры среды в пропарочной камере в соответствии с установленным заданием.
2. Контроль работоспособности контрольных и исполнительных элементов АСУ (датчики, клапаны).
3. Ведение оперативного учёта расхода энергоресурсов (массового расхода пара) и технологических параметров ТВО.
4. Ведение базы данных используемых режимов ТВО.
5. Контроль полноценного протекания режима ТВО за счет наличия функции **«автодобора»** температуры.
6. Учет летних и зимних периодов эксплуатации пропарочных камер – режима **«ЗИМА»**.



*Возможно расширение функций АСУ с учетом пожеланий заказчика.*

**Основной принцип управления тепло-влажностной обработкой ЖБИ** – дозированная подача пара в пропарочную камеру на основе ПИД-алгоритма управления инерционными процессами.

## 2 Положительный эффект от внедрения АСУ «Термо – контроль ЖБИ»:

1. Существенное сокращение затрачиваемых энергоресурсов (реализованный программный регулятор обеспечивает подачу теплоносителя в измеряемую среду в объеме, обеспечивающем поддержание заданной температуры с учетом инерционности процесса нагрева).
2. Повышение качества выпускаемой продукции.
3. Повышение технологической дисциплины производства.
4. Высокий уровень автоматизации, существенно уменьшающий объем ручного труда при производстве ЖБИ.
5. Получение инструментария, позволяющего гибко управлять процессом тепло-влажностной обработки изделий и изменять структуру режима, дающего в свою очередь возможность проведение экспериментов по подбору наиболее оптимального режима ТВО как с точки зрения временных, так и с точки зрения энерго – затрат.

В приложении «А» вашему вниманию предлагается сравнительный анализ расхода энергоресурсов при ручном способе управления и автоматическом, на основе предлагаемой АСУ «Термо – контроль ЖБИ», проведенный на реально действующем предприятии московской области - ЗАО «250 ЗЖБИ», в городе Серпухове (предприятие входит в сто лучших предприятий России).

Экономический эффект от применения АСУ «Термо-контроль ЖБИ» на данном заводе представлен в таблице ниже.

<b>ручной способ</b>	
расход пара при <u>ручном</u> способе за весь цикл пропаривания	4 788 кг
стоимость одного цикла пропарки	2301р.11коп.
<b>автоматический способ (на основе АСУ «Термо-контроль ЖБИ»)</b>	
расход пара при <u>автоматическом</u> способе за весь цикл пропаривания	1 534 кг
стоимость одного цикла пропарки	737р.24коп.
<b>экономия</b>	
в процентном соотношении	более 3 раз
в денежном эквиваленте за цикл пропаривания	1563р.87коп.
среднее число рабочих камер в сутки	40 (из 60)

среднее число рабочих смен за год	255
экономия за год от одной камеры	398 786р.85коп
экономия завода в целом за год	15 951 474р. (~16 млн. р.)

Как видно из данных расчетов экономия от применения предлагаемой АСУ является весьма существенной. Окупаемость же АСУ наступает **менее чем через год** эксплуатации.

**Отличительной особенностью АСУ «Термо - контроль ЖБИ»** от имеющихся на сегодняшний день «готовых решений» на рынке является:

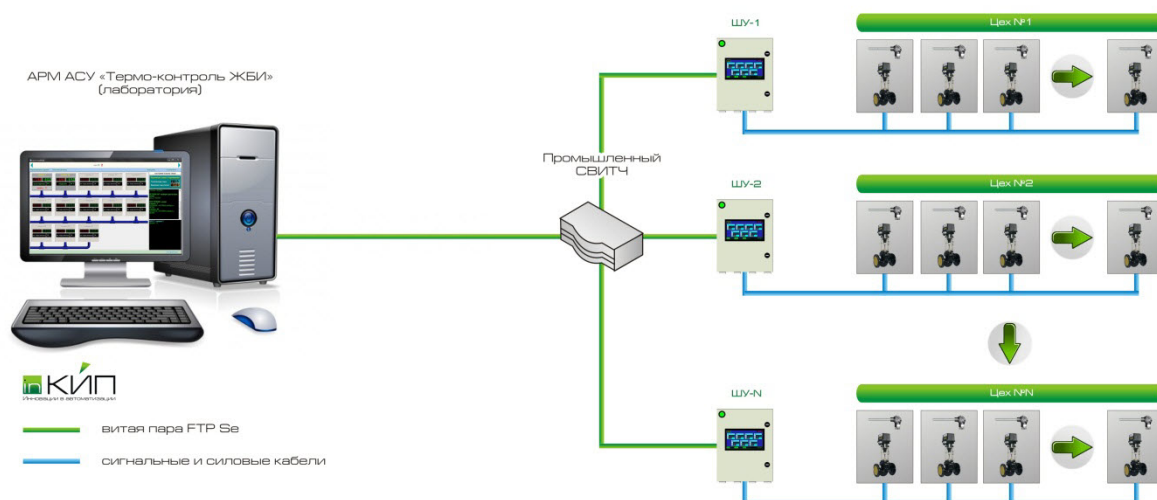
1. В первую очередь уникальность разработанного алгоритма регулирования процессом тепло-влажностной обработки ЖБИ на основе ПИД-закона регулирования, обеспечивающего точную выдержку заданного режима ТВО даже в условиях не стационарности давления в паропроводе.
2. Наличие алгоритма автонастройки коэффициентов разработанного ПИД-регулятора, исключающего наличие высокой квалификации обслуживающего персонала при выполнении работ по вводу в эксплуатацию оборудования.
3. Гибкость в управлении процессом тепло-влажностной обработки.
4. Ведение оперативного учёта расхода энергоресурсов (массового расхода пара) и технологических параметров ТВО.
5. Наличие функции **«автодобора»** температуры – в случае если по завершению этапа подъема температуры, текущая температура среды в камере будет меньше температуры изотермической выдержки (ввиду низкого давления в паропроводе), отсчет этапа изотермической выдержки начнется только после того, как необходимая температура будет достигнута (учет длительности добора температуры ведется).
6. Сохранение текущего состояния процесса при пропадании питания. При пропадании питания шкафа управления (ШУ), текущий этап и длительность этапа фиксируются в энергонезависимой памяти системы и при возобновлении питания процесс начинается с фиксированной точки.
7. Наличие режима **«ЗИМА»**, служащего защитой от замерзания паропроводящей системы при низких температурах (актуально при расположении пропарочных камер на улице).
8. Наличие **2-х независимых узлов управления**, что дает возможность управлять процессом ТВО как с лаборатории (посредством персонального компьютера с установленным программным обеспечением), так и непосредственно с места

- установки шкафа управления АСУ (интерфейс управления выведен на экран жидкокристаллического монитора).
9. Наличие режима управления «ДУ» - управление клапаном в процессе ТВО по ранее заданным значениям процента открытия клапана для каждого этапа ТВО (актуально при неисправности датчика температуры).
  10. Высокая экономичность при монтаже, эксплуатации и обслуживании (в состав системы входят элементы, находящиеся в широкой продаже в России, что исключает привязку эксплуатирующей организации к организации разработчику после гарантийного периода эксплуатации).
  11. Высокая надежность.
  12. Возможность интеграции с другими АСУ ТП предприятия.



### 3 Структура АСУ «Термо-контроль ЖБИ»

Типовая структура АСУ «Термо-контроль ЖБИ» представлена на рисунке ниже.



*АСУ «Термо-контроль ЖБИ» состоит из следующих основных элементов:*

1. Шкаф управления (ШУ), оснащенный жидко-кристаллической сенсорной панелью для обеспечения человеко-машинного интерфейса между оператором и АСУ.
2. Автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, представляющее собой персональный компьютер с установленным специальным программным обеспечением, для обеспечения человеко-машинного интерфейса между оператором и АСУ.

В качестве контрольных и исполнительных элементов в данной АСУ используются:

- датчики температуры типа ДТС;
- 3-х позиционные клапаны запорно-регулирующие с датчиком положения с приводом Regada (25ч945п) (по желанию заказчика система может быть адаптирована к 2-х позиционному электро-магнитному клапану).

Связь между шкафами управления и персональным компьютером осуществляется по шине Ethernet.

*Вид шкафа автоматического управления представлен на рисунках ниже.*



## 4 Узлы управления АСУ «Термо-контроль ЖБИ»

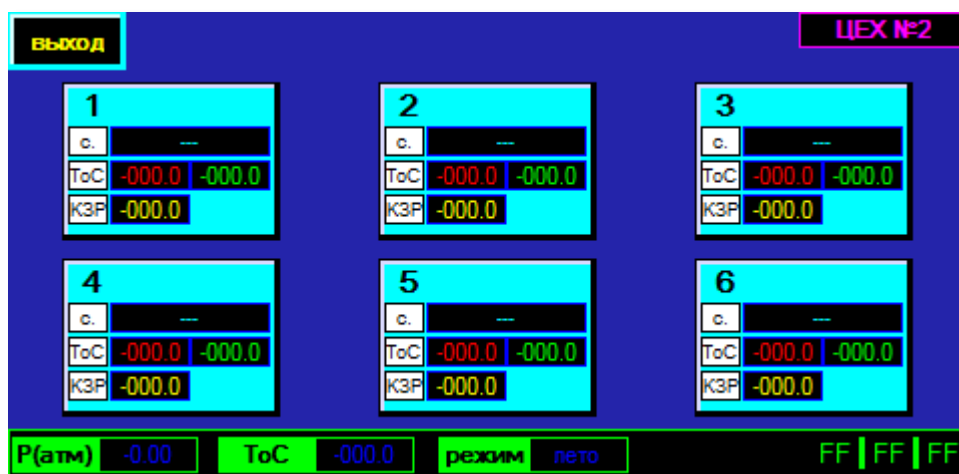
В АСУ реализовано 2 узла управления, позволяющие управлять АСУ на всех этапах её функционирования:

### *1 узел управления*

– панель оператора, смонтированная на передней стенке шкафа управления АСУ. Панель оператора представляет собой цветной жидкокристаллический сенсорный экран диагональю 7,5 дюйма с установленным программным обеспечением, позволяющим управлять АСУ непосредственно на месте установки шкафа управления.

Основные состояния экрана представлены на рисунках ниже:

### *Главное окно панели оператора*

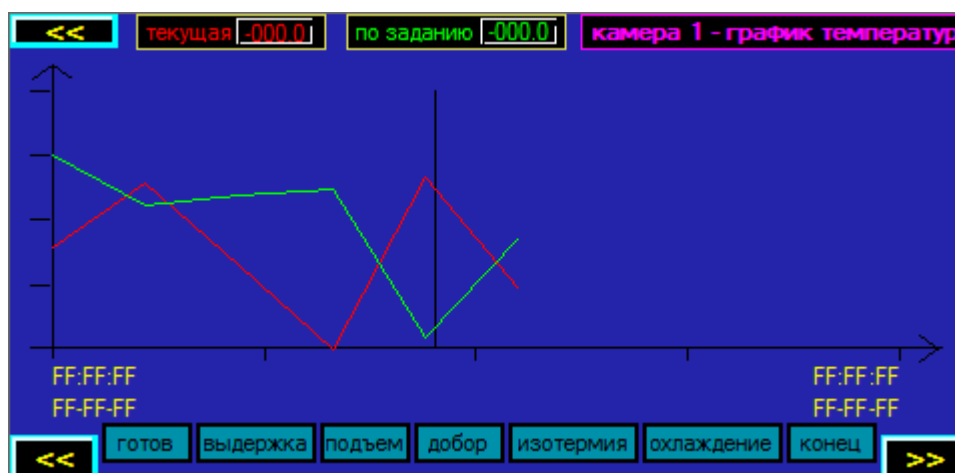


В данном окне представлены состояния всех подключенных пропарочных камер к данному ШУ.

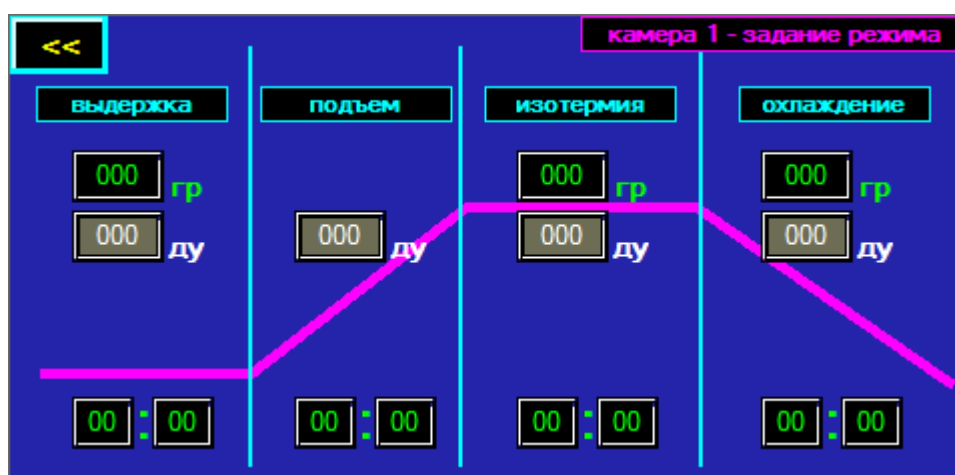
Главное окно пропарочной камеры



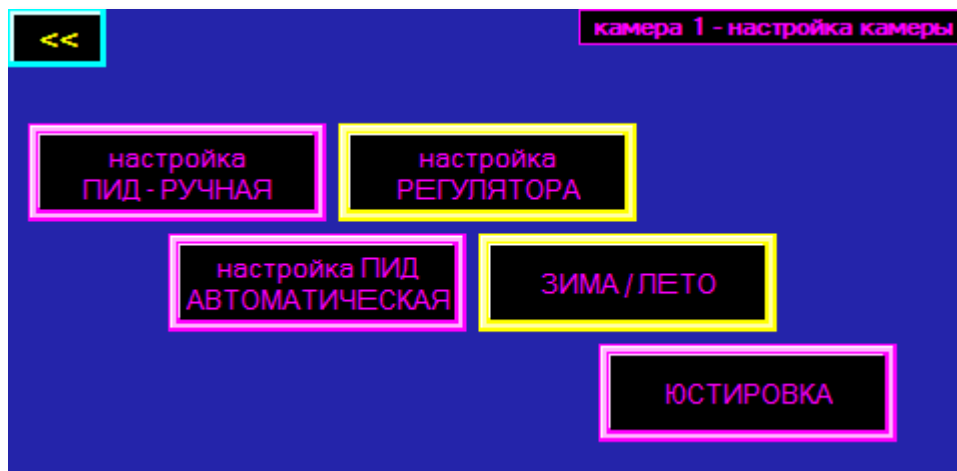
Окно графика температуры среды в пропарочной камере



Окно задания структуры режима ТВО



### Окно настроек пропарочной камеры и системы в целом



### 2 узел управления

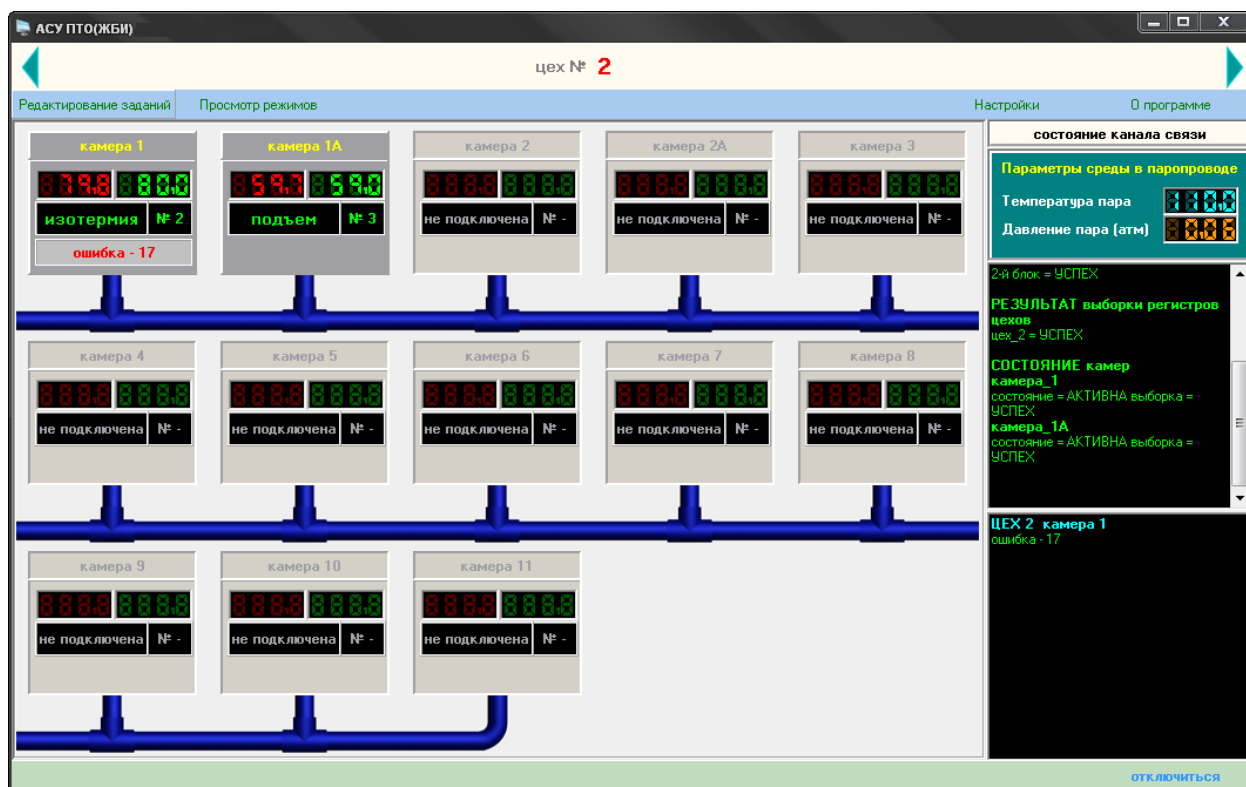
– персональный (или промышленный) компьютер с установленным программным обеспечением (ПО) автоматизированного рабочего места оператора.

ПО АРМ-а оператора АСУ «Термо – контроль ЖБИ» является ПО высокого уровня и предназначено для:

- отображения состояния процесса ТВО как за цех в целом, так и за каждую камеру в отдельности (температура среды в камере, температура и давление пара в паропроводе, текущее исполняемое задание, текущий этап ТВО и т.д.);
- управления процессом ТВО ЖБИ на всех стадиях его протекания (задание режима, запуск и сброс текущего режима);
- ведения базы данных используемых режимов ТВО ЖБИ;
- сохранения технологических параметров и затраченного объема пара пройденных режимов;
- просмотра пройденных режимов ТВО обработки;
- ведение протокола событий АСУ (возникновение ошибок и неисправностей).

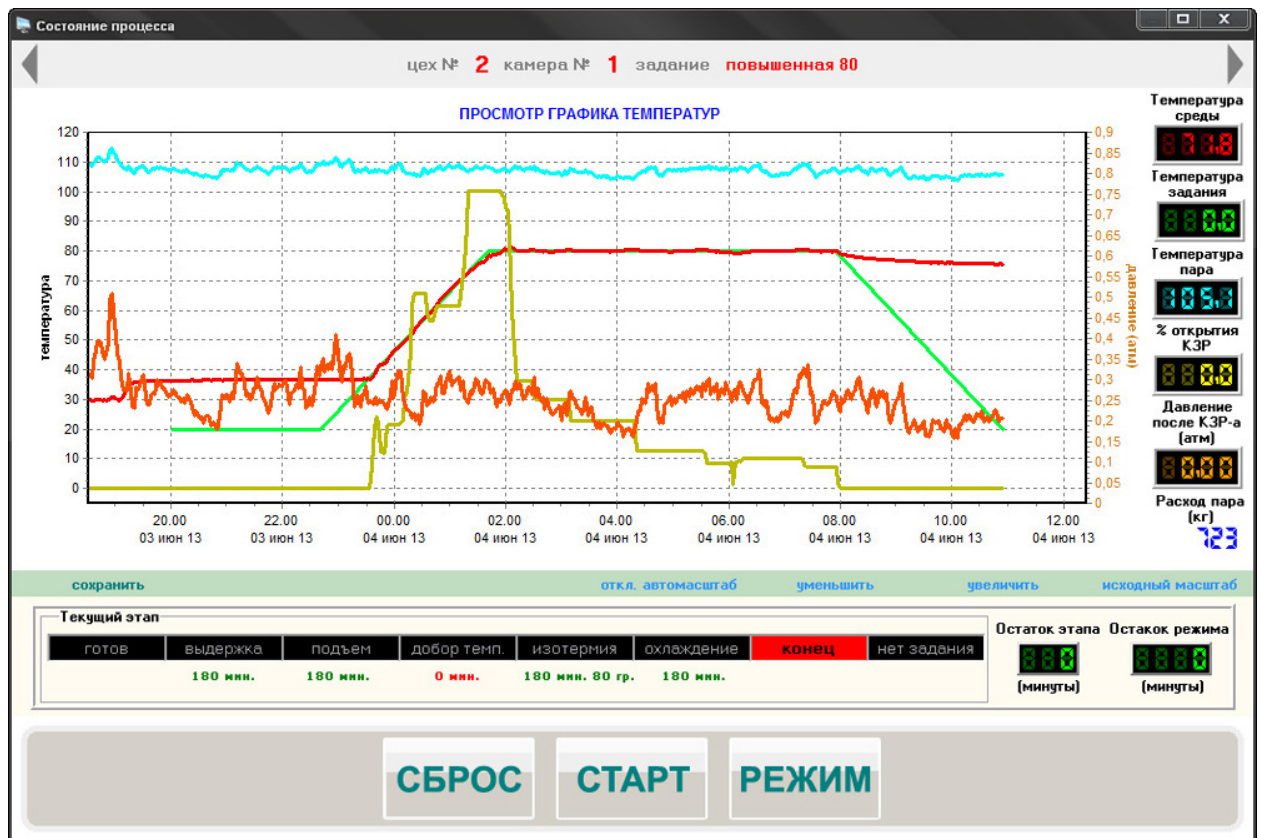
Основные окна АРМ-а оператора представлены на рисунках ниже.

### Главное окно АРМ-а оператора



Данное окно содержит краткую информацию о: текущем состоянии пропарочных камер текущего цеха (текущий этап режима, текущая температура в камере, текущее задание, номер задания, сообщение об ошибке в пропарочной камере); параметрах среды в паропроводе (температура и давление пара); сообщения об ошибках за весь цех.

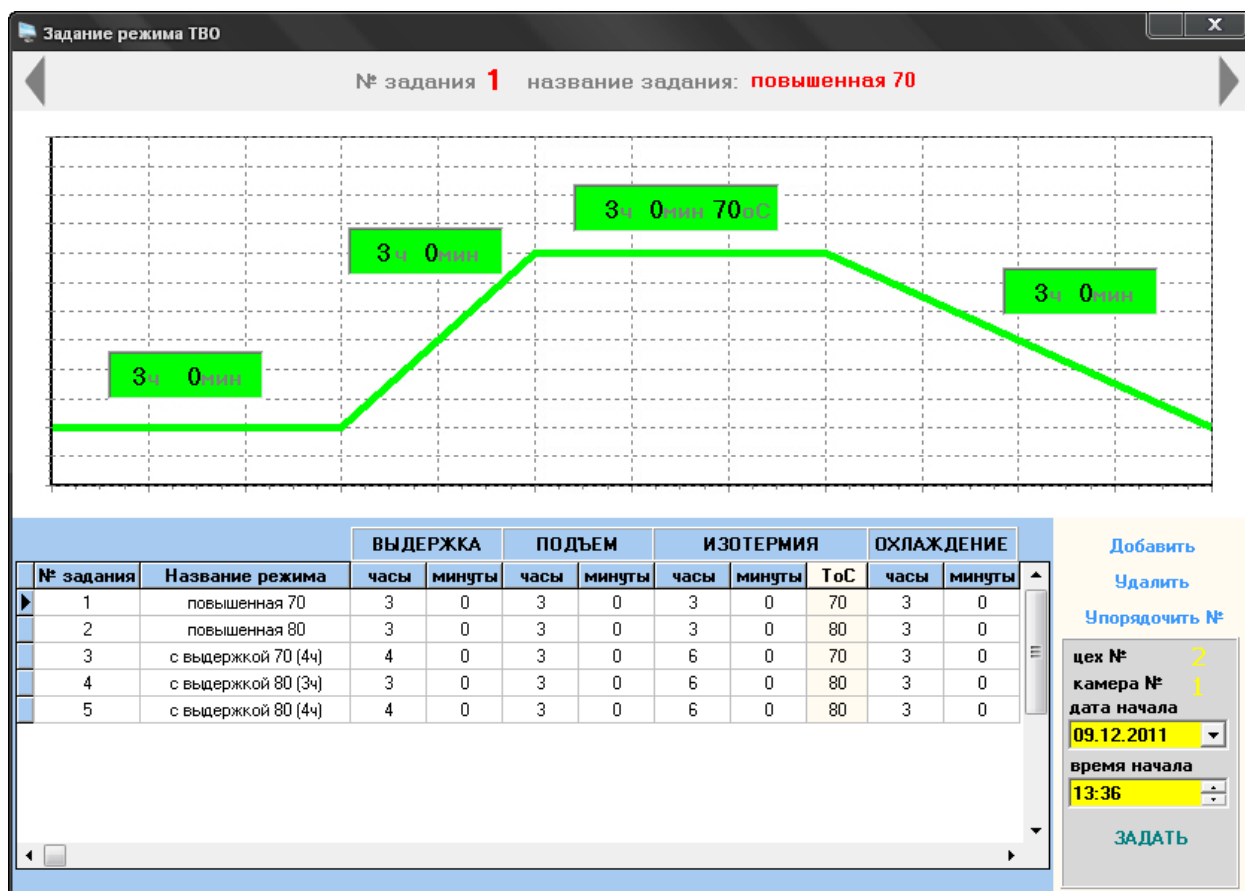
*Окно просмотра текущего состояния пропарочной камеры*



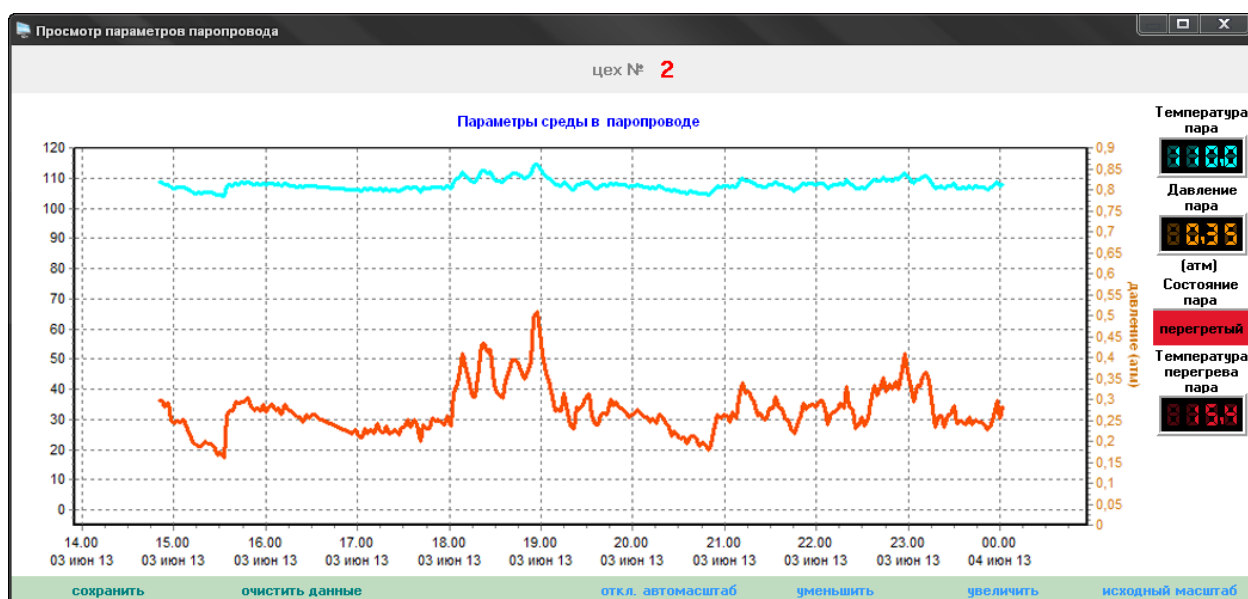
Окно просмотра состояния пропарочной камеры содержит данные, сгруппированные в виде следующих панелей:

- панель графического отображения процесса ТВО ЖБИ, содержащая графики изменения основных контролируемых параметров во времени (температура среды, структура задания, температура пара в паропроводе, давление пара после КЗР-а, процент открытия КЗР-а);
- панель цифровых индикаторов текущих значений контролируемых параметров (помимо данных представленных в графической области содержит текущий суммарный расход пара, затраченного на ТВО);
- панель управления графической областью отображения;
- панель отображения структуры текущего режима и длительности добора температуры при подъеме до температуры изотермической выдержки;
- панель элементов автоматического и ручного способа управления процессом ТВО.

Окно редактирования БД заданий и записи необходимого задания на выполнение



Окно просмотра текущего состояния паро-воздушной среды в паропроводе

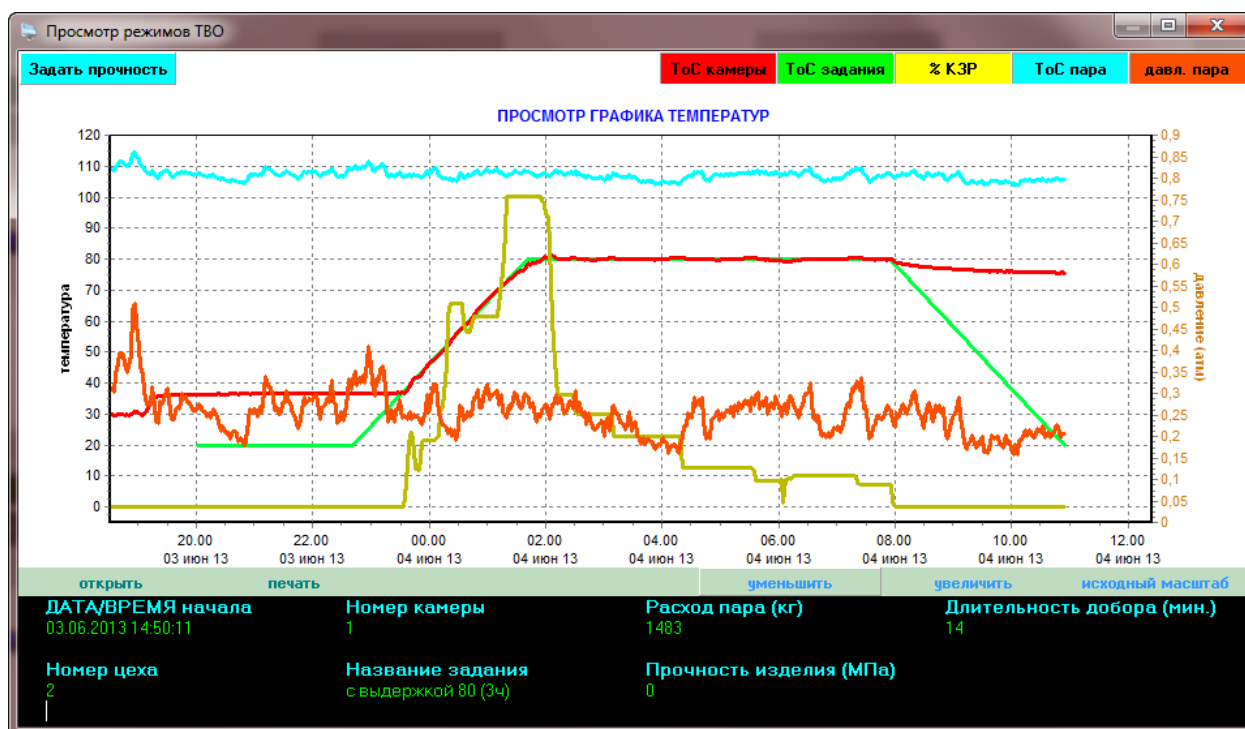




Данное окно содержит следующие данные параметров среды в паропроводе:

- температура пара;
- давление пара;
- состояние пара (насыщенный/перегретый);
- температура перегрева.

*Окно просмотра прошедших режимов ТВО ЖБИ*



## 5 Описание процесса функционирования и основных функций АСУ «Термо-контроль ЖБИ»

АСУ «Термо-контроль ЖБИ» является мощной с точки зрения программно-математического обеспечения и гибкой с точки зрения удобства управления системой.

*Процесс управления ТВО ЖБИ составом лаборатории на основе АСУ «Термо – контроль ЖБИ» сводится к выполнению следующих простых шагов:*

**1 шаг** – Выбор режима ТВО из базы данных режимов (или добавление нового режима в БД в случае отсутствия необходимого).

**2 шаг** – Запуск режима посредством нажатия кнопки «СТАРТ».

**3 шаг** (по окончании режима) – Перевод АСУ в готовность к запуску нового режима по нажатию кнопки «СБРОС».

В процессе ТВО основные технологические параметры, а так же накопленный расход пара с момента начала режима отражаются и фиксируются в панели оператора и на ПК АРМ-а оператора. Функция **«автодобора»** температуры обеспечивает полноценное протекание изотермической выдержки в случае низкого давления в паропроводе, а использование энергонезависимых переменных – возобновление процесса ТВО при пропадании питания ШУ с предыдущего состояния

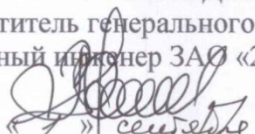
При завершении или сбросе режима данные прошедшего режима ТВО сохраняются структурированным образом на персональном компьютере оператора, а элементы управления системы приводятся в исходное состояние(клапан в положение «ЗАКРЫТО»).

Структура прошедшего режима в АСУ сохраняется, и при необходимости повторного запуска выполнение первого шага нет необходимости выполнять.

## 6 Основные технические данные

Параметр	Значение (свойства)
Напряжение питания	От 90 до 264 В переменного тока (номинальное 110/220 В)
Потребляемая мощность, не более	100 ВА
Интерфейс связи	Ethernet 100 Base-T
Габаритные размеры, мм	исходя из числа автоматизируемых объектов
Средняя наработка на отказ, ч	100 000
Средний срок службы, лет	8

## Приложение А

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель генерального директора –  
главный инженер ЗАО «250 ЗЖБИ»  
 Э.Прасолов  
«7» сентября 2011 г.  
142205, Московская область, г. Серпухов, ул.  
Дзержинского, д.1  
тел./факс. (496) 775-36-80, 736-69-02

### ПРОТОКОЛ подсчета расхода пара при ручном и автоматическом способе пропаривания

Исходные данные:

Параметр	Значение
среднесуточное значение давления пара в паропроводе	0,25 МПа
диаметр трубы паропровода	50 мм
структура режима:	
предварительная выдержка	4 ч
подъем	3 ч
изотермическая выдержка	6 ч
охлаждение	3ч

График тепло-влажностной обработки ЖБИ при ручном способе пропаривания

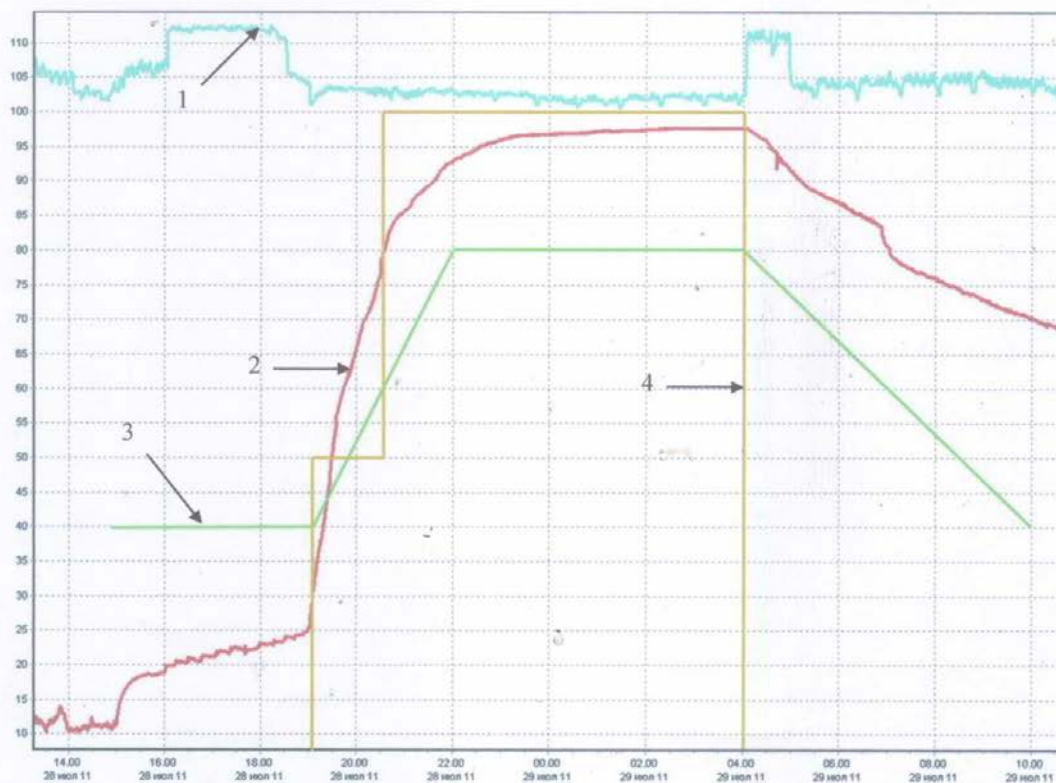


Рисунок 1 – График тепло-влажностной обработки ЖБИ при ручном способе пропаривания

(1 – температура пара

2 – температура среды

3 – задание

4 – процент открытия вентиля на входе в камеру)

График тепло-влажностной обработки ЖБИ при автоматическом способе пропаривания

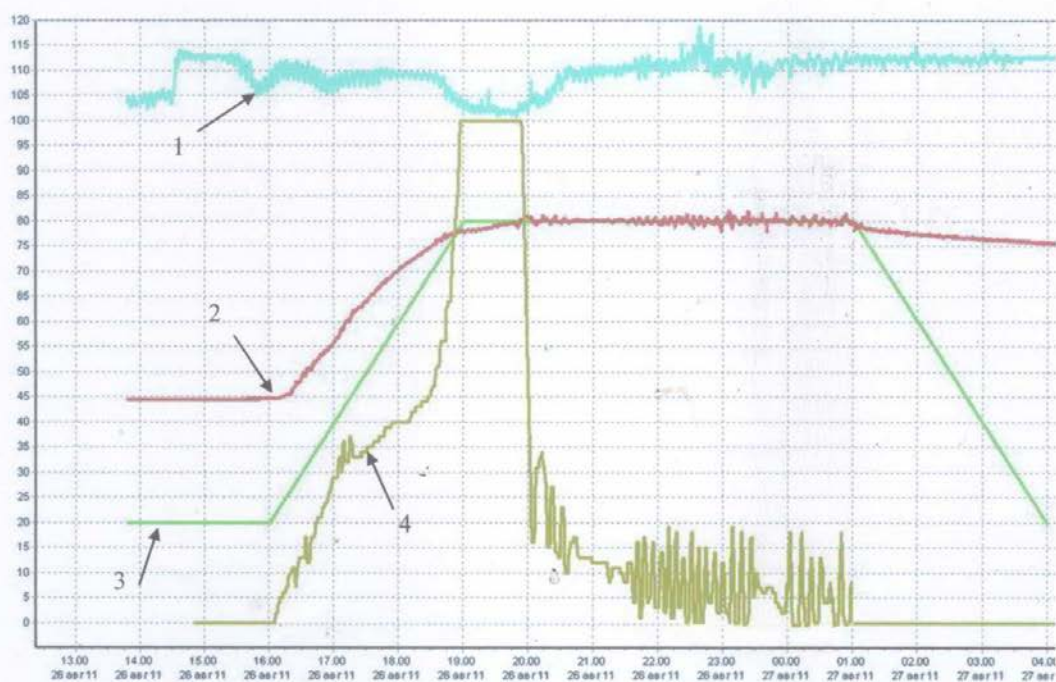


Рисунок 2 – График тепло-влажностной обработки ЖБИ при автоматическом способе пропаривания

- (1 – температура пара
- 2 – температура среды
- 3 – задание
- 4 – процент открытия КЗР-а)

Расход пара при <u>ручном</u> способе за весь цикл пропаривания	4 788 кг
Расход пара при <u>автоматическом</u> способе за весь цикл пропаривания	1 534 кг
Экономия (эффект от применения)	более 3 раз

Начальник лаборатории ЗАО «250 ЗЖБИ»

*О. Жукова*  
О. Жукова

Главный технолог ЗАО «250 ЗЖБИ»

*А. Суханов*  
А. Суханов