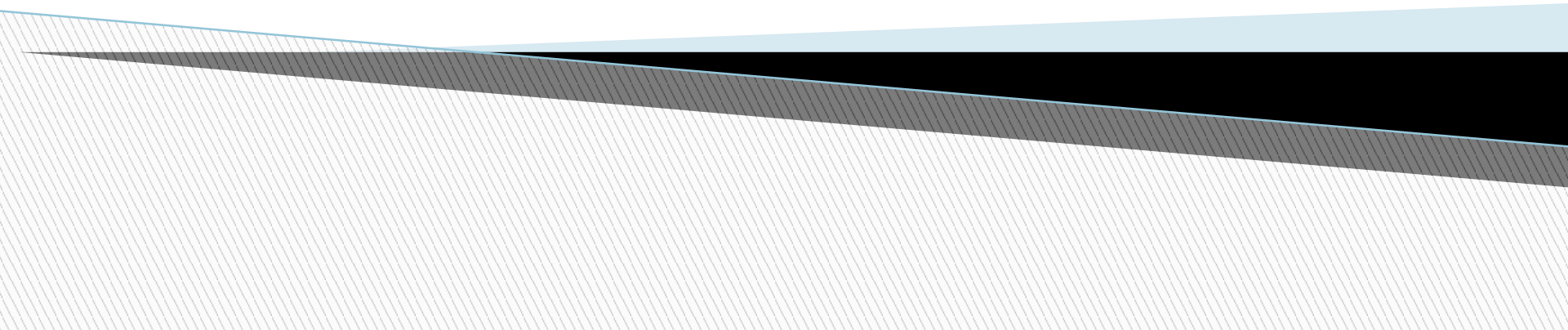


**Выпускная квалификационная  
работа:  
Техническая эксплуатация и ремонт  
установки термоциклирования  
TSD-100**

Выполнил студент кафедры электроники  
группы ТО-131 Дизов Д.А.  
Руководитель диплома:  
Кириллов Ю.В.



# Камера термоциклирования

Камера термоциклирования – представляет сложное технологическое оборудование, в котором обеспечивается поддержка заданных отрицательных и положительных температур.

Преимущества камеры термоциклирования TSD-100 – высокая точность поддержания температуры при тестировании, высокая циркуляция воздуха, обеспечивающие его равномерное распределение по тестовому пространству.

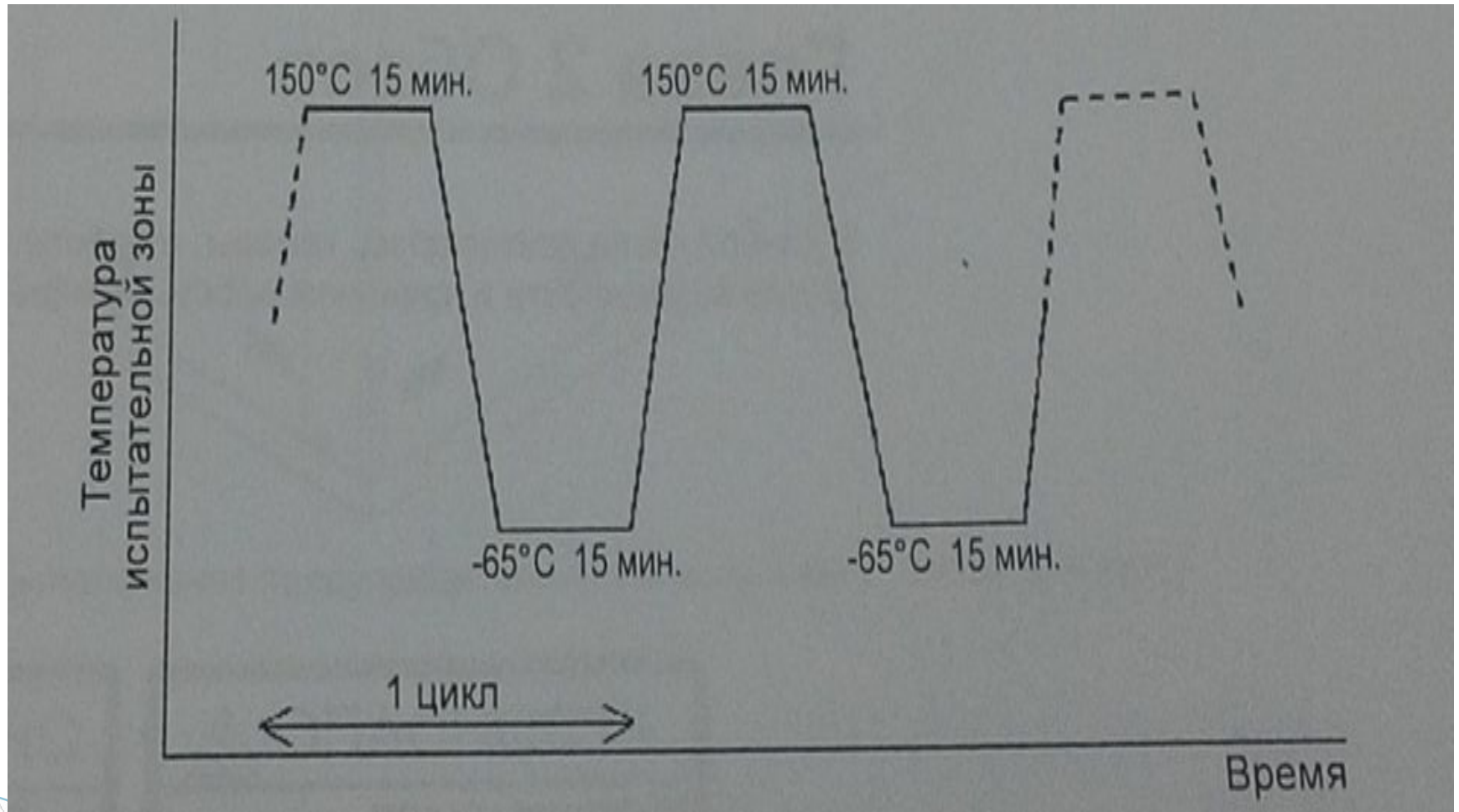
# Внешний вид камеры термоциклирования TSD-100



# Технические характеристики камеры термоциклирования TSD-100

Модель	TSD -100
Количество зон	2
Диапазон высоких температур, °C	+60...+200
Диапазон низких температур, °C	-65...0
Колебание температуры, °C	±0,5
Рабочий объем, л	100

# Пример испытательной программы по стандарту MIL-STD-883F 1010 (термоциклирование)



# Основные функции камеры термоциклирования TSD-100

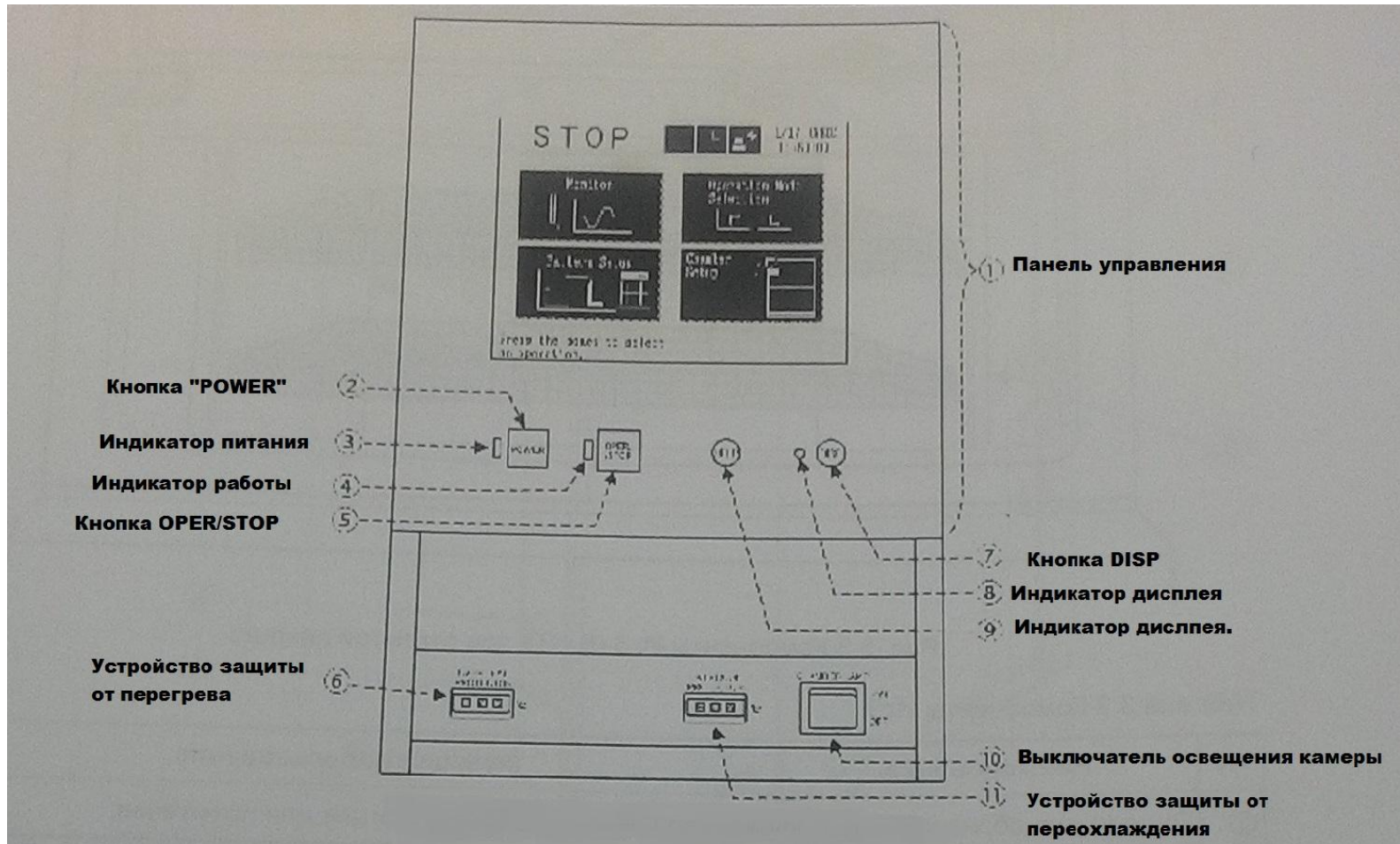
- STT-функция (Начало отсчёта времени по достижению температуры). Как только температура образца достигает заданной, начинается отсчет времени. Разъем для подключения датчика температуры образца находится справа вверху камеры. Подключив с помощью вилки (входит в комплект поставки) входящую в комплект поставки термопару к данному разъёму, можно контролировать температуру образца.
- Функция возврата к окружающей температуре. По окончании испытания или во время паузы в испытании, внешний воздух будет поступать в ВТК, и температура испытательной зоны сравняется с окружающей. Благодаря этому можно легко извлечь образцы из испытательной зоны по окончании испытания.
- Контроль температуры в камерах серии TSD осуществляется настройкой контроллера температуры на необходимые значения температуры. На основании данной информации контроллер управляет нагревателем или испарителем для подъема или снижения температуры ВТК или НТК до заданных значений, и затем поддерживает данную температуру. Во время испытания, испытательная зона перемещается между высокотемпературной (ВТК) и низкотемпературной камерой (НТК), таким образом, подвергая образец воздействию различных температур.

# Режимы работы камеры термоциклирования TSD-100

- Режим подготовки - режим работы камеры перед началом испытания, когда нагреватель высокотемпературной камеры нагревает воздух внутри ВТК, а испаритель и нагреватель низкотемпературной камеры охлаждают воздух в аккумуляторе холода.
- Режим высокотемпературной выдержки - высокотемпературная выдержка осуществляется перемещением испытательной зоны в высокотемпературную камеру (ВТК). Горячий воздух ВТК продувается через испытательную зону циркуляционными вентиляторами, эффективно обогревая испытательную зону. После нагрева испытательной зоны до заданной температуры контроллер температуры управляет нагревателем таким образом, чтобы поддержать температуру ИСЗ постоянной.
- Режим низкотемпературной выдержки- Низкотемпературная выдержка осуществляется перемещением испытательной зоны в низкотемпературную камеру (НТК). Холодный воздух НТК продувается через испытательную зону циркуляционными вентиляторами, эффективно охлаждая испытательную зону.
- Режим разморозки - разморозка необходима для удаления льда из НТК. Разморозка осуществляется подогревом НТК нагревателем низкотемпературной камеры.



# Панель управления





# Ремонт камеры термоциклирования

- ❑ Камеры серии TSD оснащены зуммером, который включается при обнаружении неполадки. Отображаемые коды ошибок и их расшифровка приведены в таблице.
- ❑ Имеется два типа сигнализаций – собственно сигнализации (тревоги) и предупреждения.

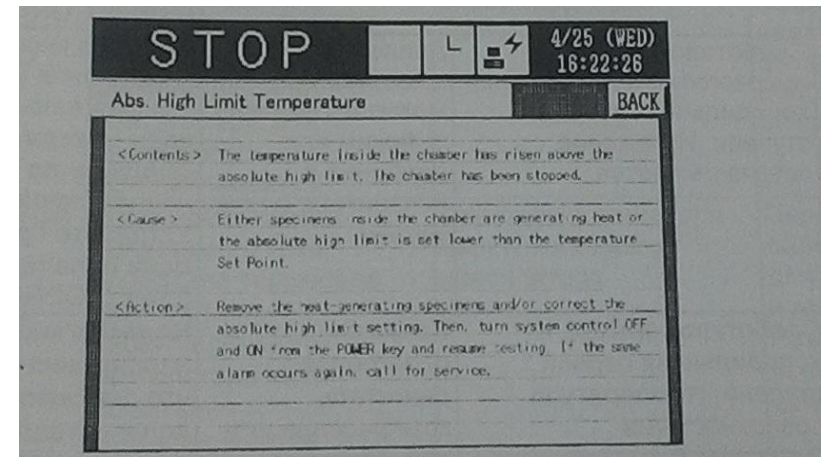
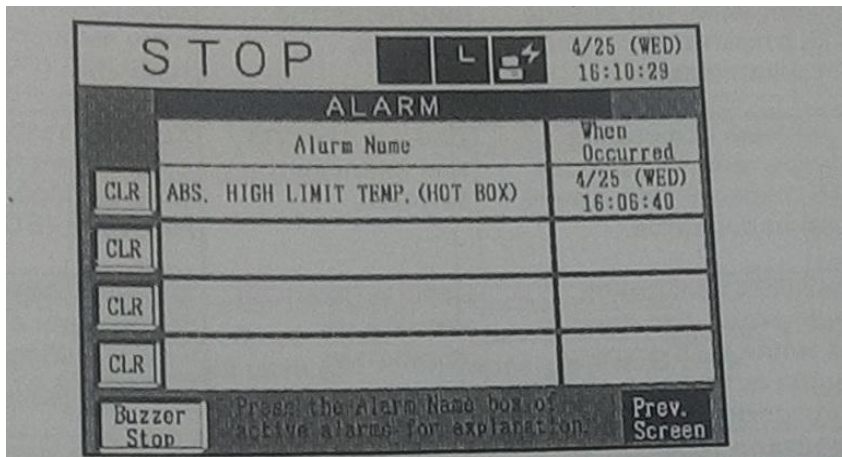
Сигнализация	При устранении причины неполадки, камера не вернется в обычный режим работы автоматически. Требуется выполнение действий, предписанных для данной сигнализации.
Предупреждения	При исчезновении причины неполадки, нажатии на сообщении о неполадке, неполадка исчезает, и система автоматически возвращается в обычный режим работы.

# Ремонт камеры термоциклирования

## □ Срабатывание сигнализации:

При срабатывании сигнализации камера будет в одном из нижеописанных состояний.

1. Если неполадка произошла с камерой или контроллером температуры, на дисплее появится сообщение о неполадке (Рис. 1)
2. Под названием столбца Название неполадки нажмите сообщение о неполадке. На дисплее появится окно с описанием, возможными причинами и действиями, необходимыми для устранения неполадки (Рис. 2)



# Стандарты на технологический процесс камеры термоциклирования TSD-100.

Камера TSD-100  
соответствует  
требованиям  
международных  
стандартов MIL, IEC,  
IPC, EIAJ

Стандарты		Значения температуры		Время изменения температуры	Время выдержки	Количество циклов
		Высокая температура, °C	Низкая температура, °C			
IEC 60749-25 (JESD22- A1048)	A	+85 (+10, -0)	-55 (+0, -10)	От 5 до 14 мин (на образце)	1/ 5/ 10/ 15 мин.	Не опреде- лено
	B	+125 (+15, -0)	-55 (+0, -10)	От 5 до 14 мин (на образце)		
	C	+150 (+15, -0)	-65 (+0, -10)	От 5 до 29 мин (на образце)		
	H	+150 (+15, -0)	-55 (+0, -10)	От 5 до 14 мин (на образце)		
	M	+150 (+15, -0)	-40 (+0, -10)	От 5 до 15 мин (на образце)		
IEC-60068-2-14 Na (JIS C 0025 Na DIN EN 60068-2-14 Na BS EN 60068-2-14 Na)		+200±2 +175±2 +155±2 +125±2 +100±2 +85±2	-65±3 -55±3 -40±3 -25±3 -5±3	10% времени выдержки	3 ч 2 ч 1 ч 30 мин. 10 мин. 3 ч, если не опреде- лено другого	5
MIL-202G Method 107G	A	+85 (+3, -0)	-55 (+0, -3)	5 мин. (в воздухе)	28 г. и меньше: 15 мин. 28 г — 136 г: 30 мин. 136 г — 1.36 кг: 1 час 1.36 кг — 13.6 кг: 2 часа 13.6 кг — 136 кг: 4 часа Больше 136 кг: 8 часов	1000
	B	+125 (+3, -0)	-65 (+0, -3)			
	C	+200 (+3, -0)	-65 (+0, -3)			
MIL-883F Method 1010.8	A	+85 (+10, -0)	-55 (+0, -10)	Меньше чем за 15 мин. (на образце)	От 10 мин	От 10
	B	+125 (+15, -0)	-55 (+0, -10)			
	C	+150 (+15, -0)	-65 (+0, -10)			
	D	+200 (+15, -0)	-65 (+0, -10)			
	F	+175 (+10, -0)	-65 (+0, -10)			
IPC-TM-650 2.6.6	A	+125 (+3, -0)	-65 (+0, -5)	Не определено	30 мин.	5
	B	+85 (+3, -0)	-55 (+0, -5)			
EIAJ ED-4701		Максимальная температура хранения	Минимальная температура хранения	5 мин. (в воздухе) или 10% от времени выдержки, если это значение больше	15 г. и меньше: от 10 мин. 15 г — 150 г: 30 мин 150 г — 1500 г: 60 мин Больше 1500 г: опреде- ляется индивидуально	10
EIAJ ED- 7407	A	+125±5	-25±5	Не определено	7 мин после достижения заданной температуры образцом	Не опреде- лено
	B	+125±5	-40±5			
	C	+80±5	-30±5			
	D	Макс. рабочая температура ±5°C	Миним. рабочая температура ±5°C			