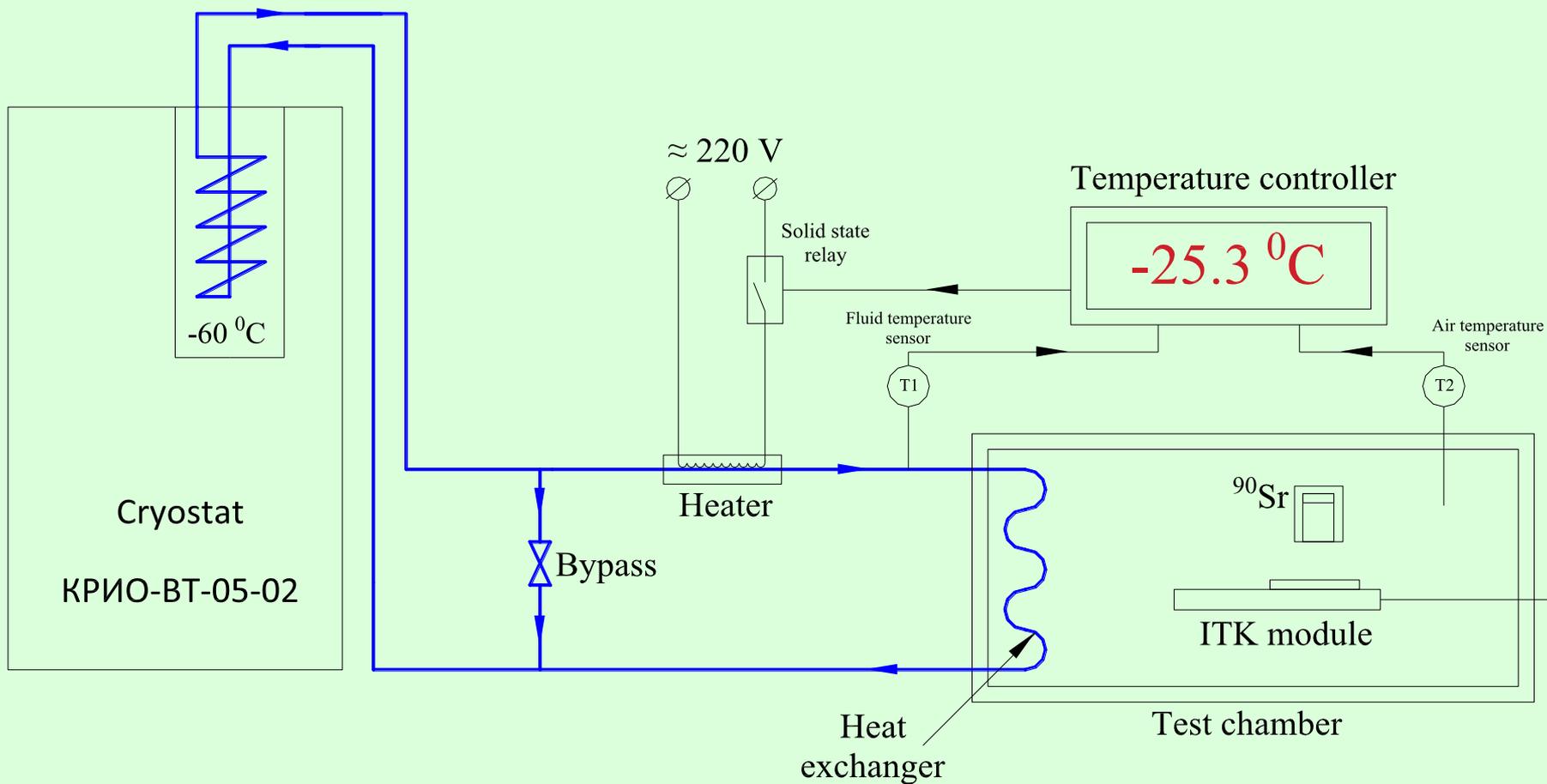


**Модернизация и тестирование
термокамеры с рабочим
диапазоном температур
-50 ... + 50 °С**

Алексей Попович, Полина Нечаева

**Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской
академии наук
г. Москва, Ленинский проспект, д. 53**

Принципиальная схема установки



ТЕРМОСТАТ ЖИДКОСТНЫЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ КРИО-ВТ-05-02



Производитель - ООО «ТЕРМЭКС»



Температурный диапазон	-80 ... - 10 ° C
Точность поддержания температуры	± 0.1 ° C
Теплоноситель	Этиловый спирт
Мощность системы охлаждения:	
при -30 ° C	500 W
при -70 ° C	300 W
Потребляемая мощность	4.2 kW

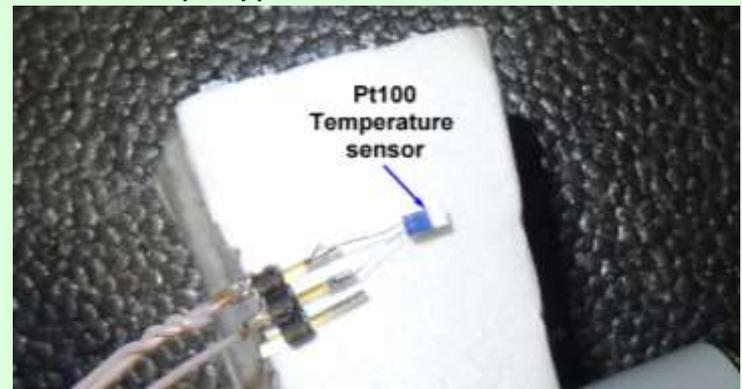
Общий вид камеры с криостатом КРИО-ВТ-05-02



Блок управления и регистрации температуры



Датчик температуры Pt100, диапазон -200..+500 °C



Датчик влажности и температуры воздуха ПВТ100

Преобразователь



Analog >> RS-485 digital interface

Датчик



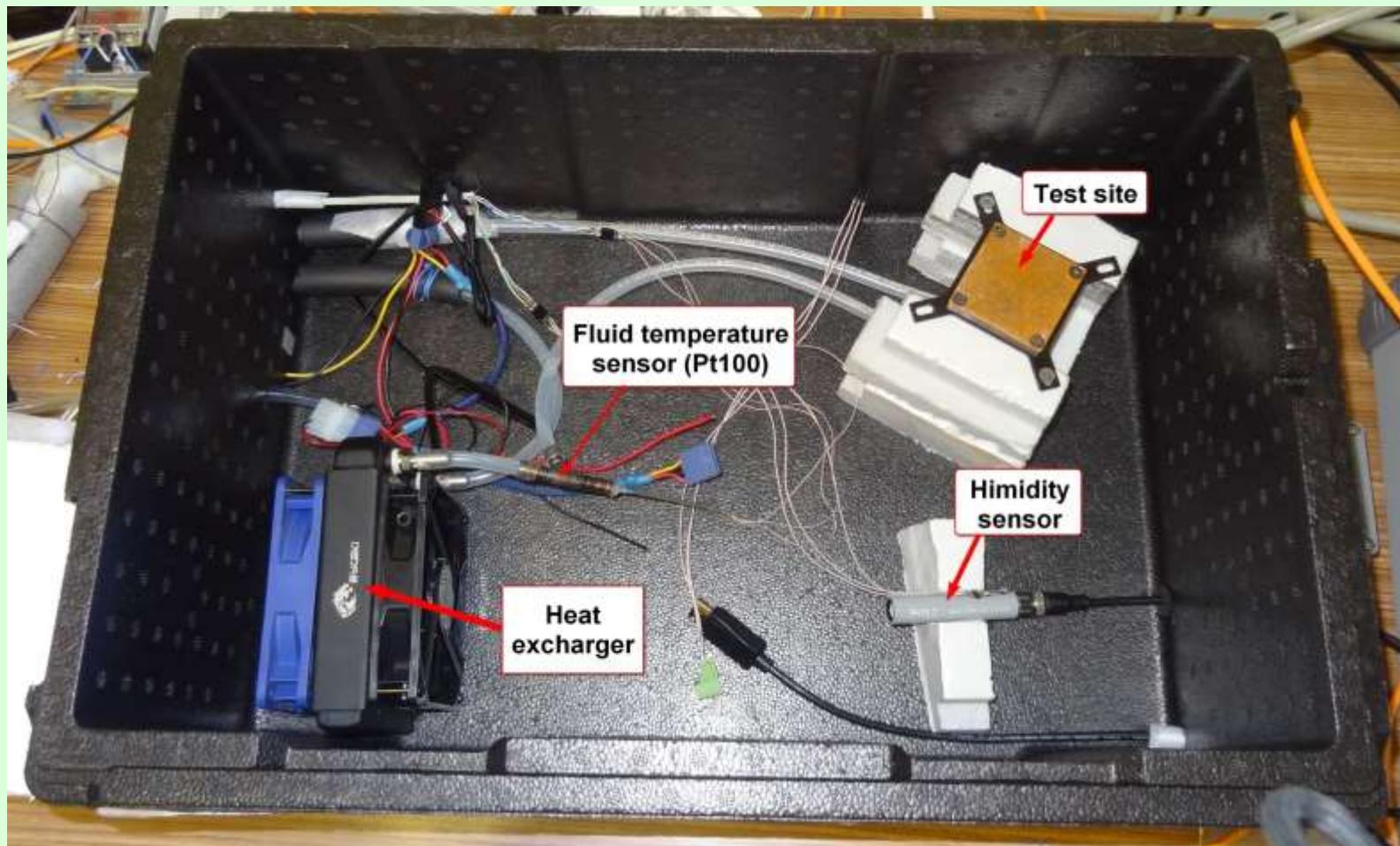
Tech specs:

Температурный диапазон	-40 ... + 80 °C
Диапазон измерений относительной влажности	0 ... 100%
Длина кабеля датчика	2.5 м
Абсолютная погрешность измерения влажности	± 2.5% - в диапазоне 20 ... 80% ± 3.5% - за пределами диапазона 20 ... 80%
Стабильность	± 0.25% отн. влажность/ 0.02 °C в год

Окно программы настройки и регистрации измерений

Имя параметра	Период	Значение
<input checked="" type="checkbox"/> Температура, °C	1000	19.61
<input checked="" type="checkbox"/> Влажность, %RH	1000	66.12
<input checked="" type="checkbox"/> Расчётное значение точки росы, °C	1000	13.08

Общий вид камеры до модернизации



Модернизация камеры тестирования модулей:

- 1) Добавлен слой теплоизоляции из ЭППС толщиной 5см
- 2) Добавлен воздушный нагреватель
- 3) 2-х канальный контроллер температуры, раздельное регулирование температуры камеры и теплоносителя

Камера, общий вид



Калорифер

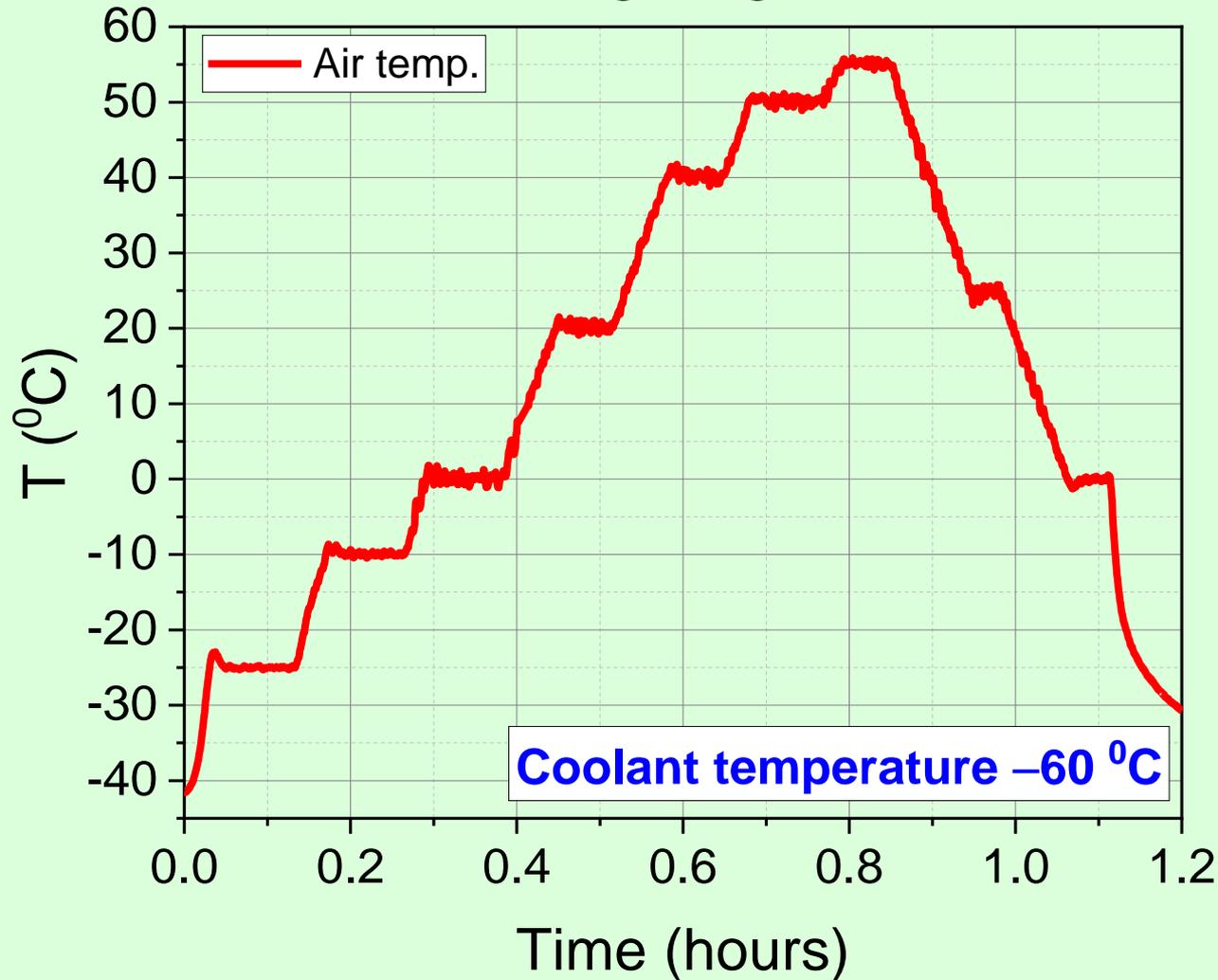


Контроллер ТРМ 151



Настройка работы установки

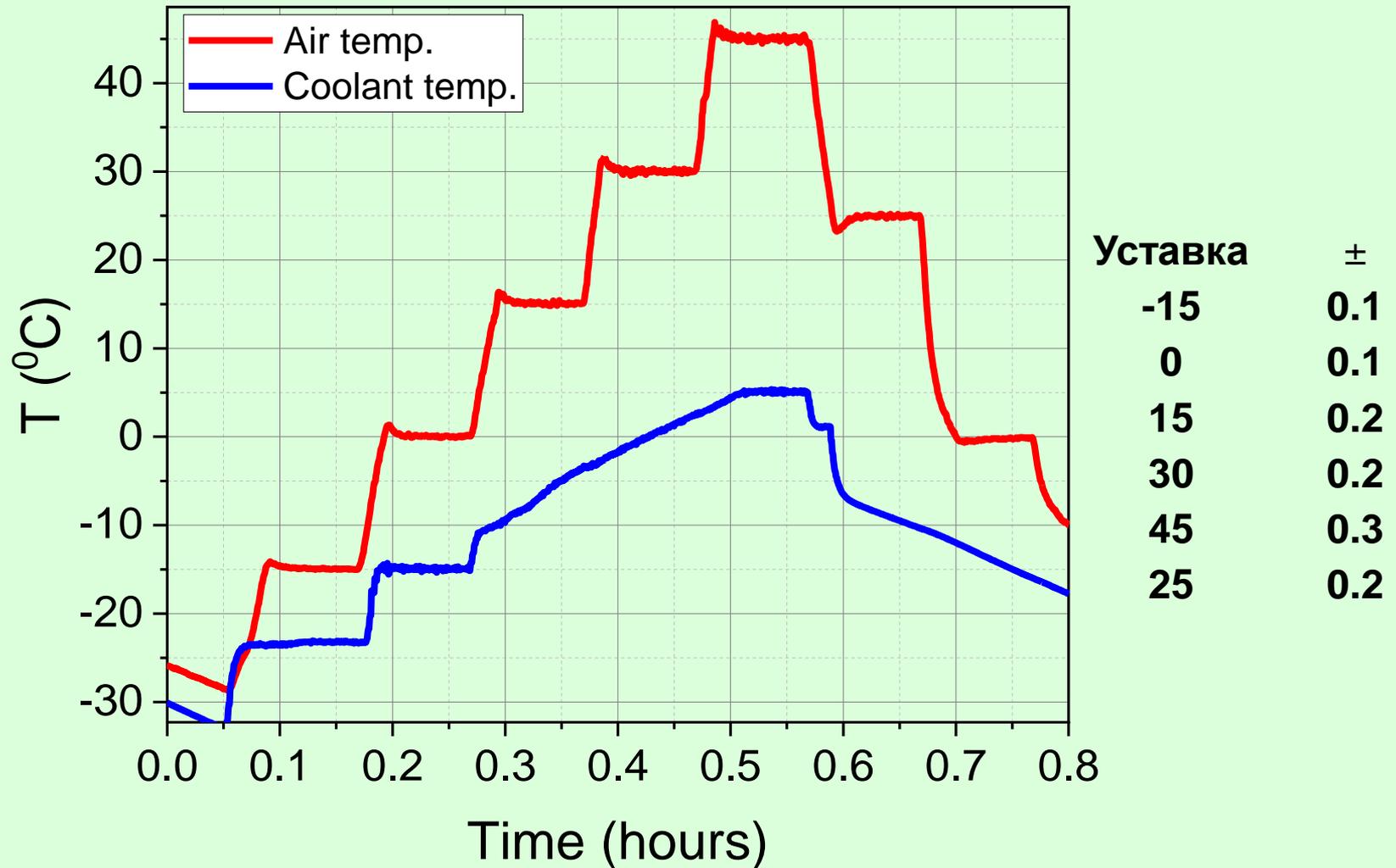
Termostatiing range -25..+55 °C



После стабилизации точность поддержания температуры $\pm 0.2-0.8$ °C, падает с увеличением разности температур камеры и теплоносителя.

Термостатирование при поддержании температуры теплоносителя на 10-20 °С ниже температуры в камере.

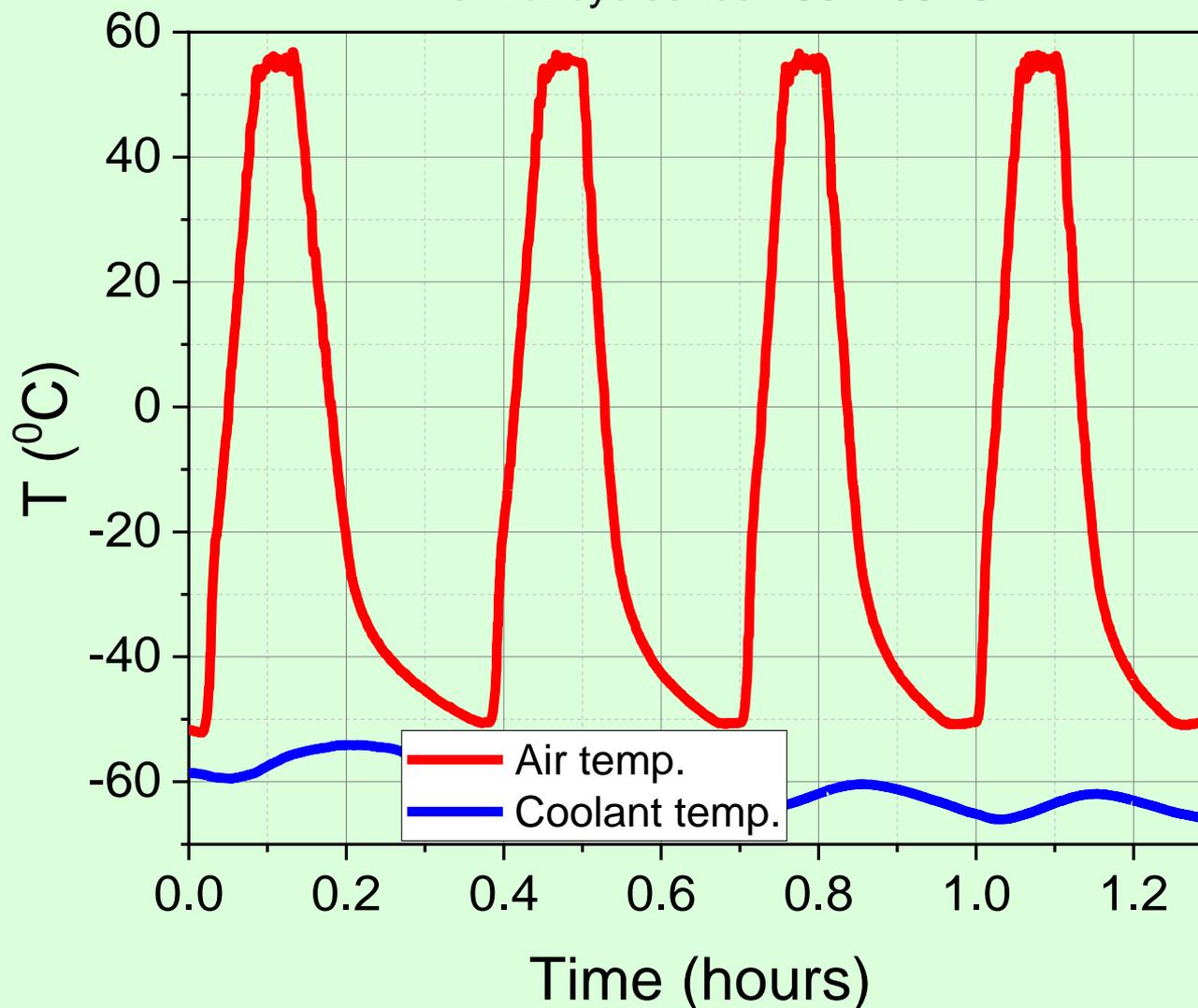
Thermostating range -15..+45 °C



Точность поддержания температуры ± 0.1-0.3°C

Термоциклирование

Thermal cycles test -50..+55 °C

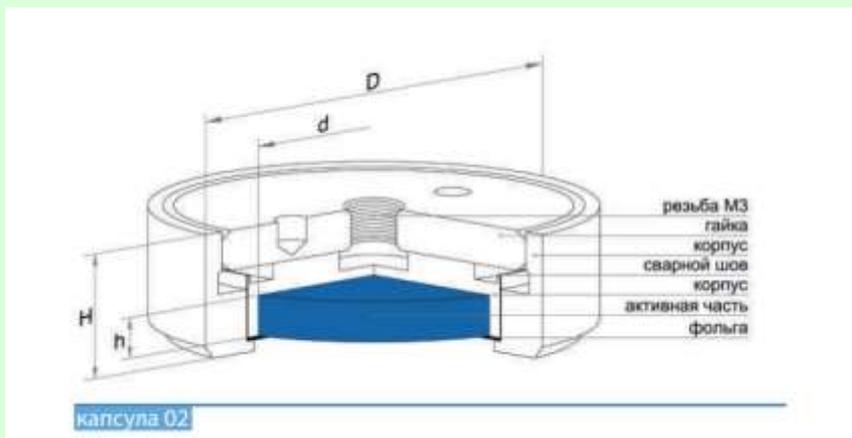


Время на 1 цикл ~ 18-20 минут,

самая медленная часть цикла – охлаждение с -40 до -50 °C

Оборудование для работы с модулями детектирования ИИ

Источник ИИ



Источник бета-излучения
типа BСr0.02

Радионуклид – ^{90}Sr

Активность – **200 МБк**

Габариты – $\varnothing 22 \times 6 \text{ мм}$

Электроника для работы с детекторами ИИ

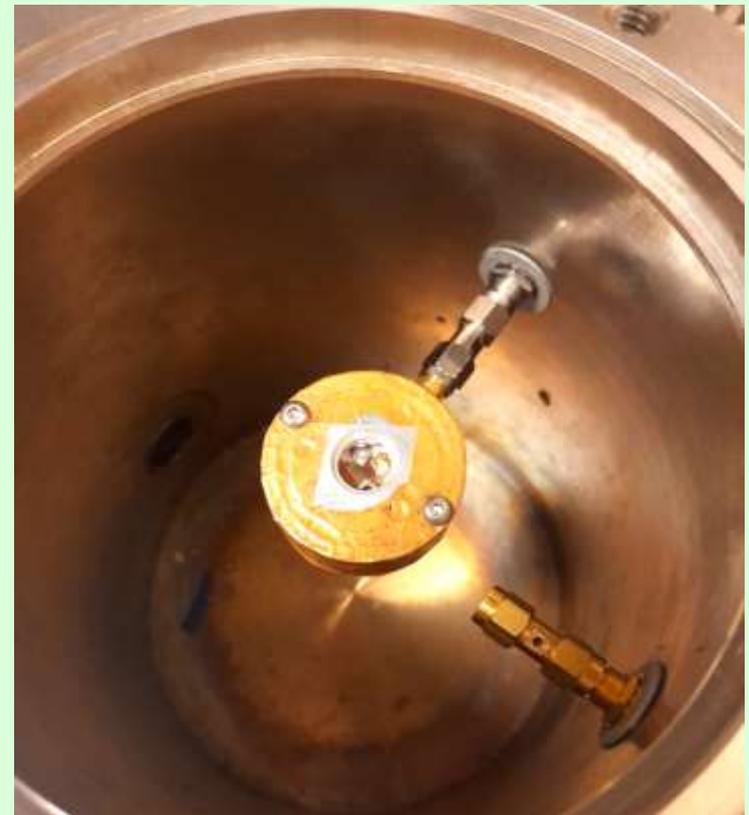


Выводы:

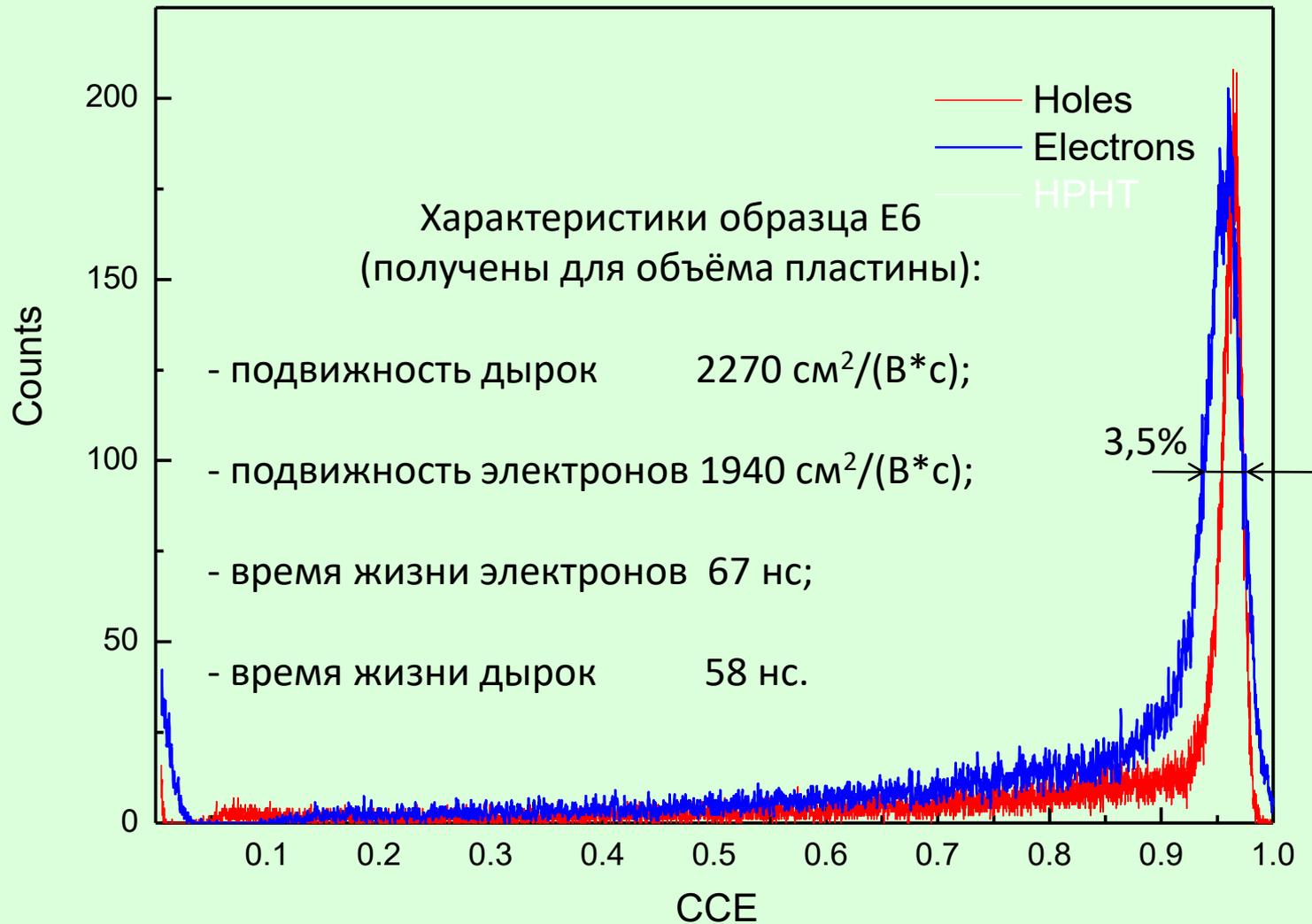
- Установка обеспечивает стабильное поддержание температуры в диапазоне - 50..+55 °С
- Точность поддержания температуры ± 0.2 °С
- Реализовано раздельное регулирование температуры теплоносителя и воздуха в термокамере.
- Реализована система непрерывного мониторинга температуры и влажности в камере
- В памяти контроллера хранится до 15 программ для термостатирования и термоциклирования исследуемых модулей

Исследования в области ядерной физики

Стенд для измерения спектральных характеристик и подвижности носителей в монокристаллах алмаза электронного качества



Спектры от источника ^{241}Am , алмаз производства Element Six.



Сцинтилляторы для визуализации ИИ

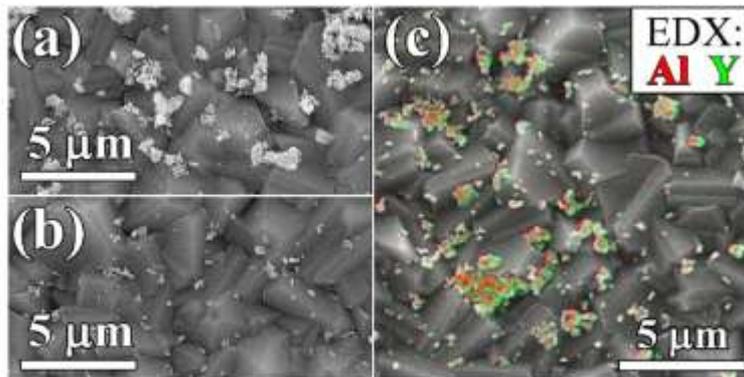
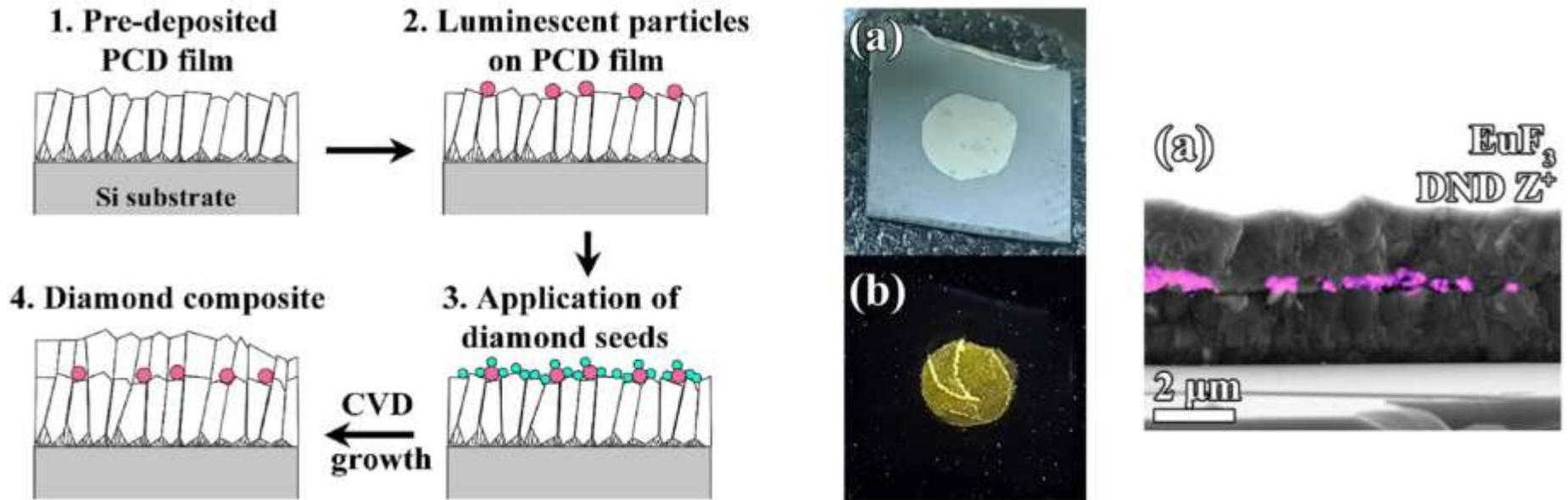


Fig. 2. SEM images of YAG:Ce particles on the surface of pre-deposited PCD films: (a) agglomerated, (b) non-agglomerated, (c) EDX mapping of YAG:Ce on PCD. (A colour version of this figure can be viewed online.)