

Министерство образования и науки РФ
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
им.Ульянова(Ленина) «СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
Факультет компьютерных технологий и информатики
Кафедра автоматики и процессов управления

Стенд для проведения эмпирического эксперимента измерения температуры воздуха в ёмкости

По дисциплине Элементы и Устройства СУ

Составил:

аспирант группы 8931

Сердитов Ю.Н.

Научный руководитель:

профессор Душин С.Е.

Санкт-Петербург

2019

1 Общие требования

1. Цель задания – решить 3 типа задачи:

- 1) задача для студентов – ознакомление с датчиками, ознакомление со способами установки датчиков, сравнение теоретических результатов с результатами полученными на стенде;
- 2) задача для бакалавра – стенд (ОУ), СУ (3/4 метода), моделирование тех. процесса;
- 3) задача для промышленности – решение конкретной проблемы связанной с датчиками.

2. Инструменты:

- 1) SimInTech/COMSOL;
- 2) C/C++;
- 3) Eclipse;
- 4) DeepTrace;
- 5) Doxygen;
- 6) Gitlab.

3. Аппаратная часть:

- 1) MCU (AVR/STM32) – зависит от кол-ва вх./вых. пинов, АЦП и интерфейсов (SPI/CAN) в наличии;
- 2) Sensors – точность этих датчиков должна быть выше точности промышленных датчиков + необходимо согласовать интерфейс и, при необходимости, точность АЦП; 3) Motor – на ИМ также нужна ОС для реализации СУ;
- 4) Wi-fi/Bluetooth – возможность в будущем поставить модуль связи для создания mesh-сети;
- 5) Безопасность – датчики тока, плавкие предохранители, светодиодная индикация.

Содержание

1	Общие требования	2
2	Техническое задание	4
3	Требования к системе	5
4	Входные данные	6
5	Выходные данные	7
6	Требования к программному изделию	8
7	Стадии и этапы разработки	9
8	Приложение	12

2 Техническое задание

Основания для разработки (формулировка проблемы):

—

....

Назначение разработки:

—

....

Цель задания – решить 3 задачи:

- 1) задача для студентов – ознакомление с датчиками, сравнение теоретических результатов с результатами полученными на стенде (компенсация ТЭДС холодного спая), ;
- 2) задача для бакалавра – стенд (ОУ), СУ (П, ПИ, ПД, ПИД, Fuzzy), моделирование тех. процесса (SimInTech(составить модель)/COMSOL);
- 3) задача для промышленности – на данном этапе невозможно, т.к. эти задачи сводятся к улучшению характеристик самого датчика(не наша задача).

....

3 Требования к системе

Характеристика объекта:

- высокая степень инерционности процесса теплообмена;
- температурный диапазон (-30..120 °C);

....

Требования к системе:

- пожаробезопасность (внутренность должна покрыта негорящим материалом);
- обработка ЧС;
- повышенная изоляция (создание псевдозамкнутой системы);
- наглядность;

....

4 Входные данные

....

5 Выходные данные

....

6 Требования к программному изделию

1. Требования к программному изделию:

- 1) Непрерывный (обычный режим без подключения к РС);
- 2) Логирования (режим записи н.у., значений температуры по UART на РС).

2. В документировании ПО должен быть использован инструмент Doxygen.

....

7 Стадии и этапы разработки

0. Стадии и этапы разработки:

- формулировка проблемы обеспечить создание температурного диапазона (-30..120 °C);
- выдвижение гипотезы, что эл-т Пельте и керамический нагреватель нам подходят.

1. Сборка ИМ (проверка гипотезы):

- 1) Проверка возможности нагрева ИМ до 120 °C + установить его предел;
- 2) Проверка возможности охлаждения ИМ до -30 °C + установить его предел;

* Измерение температуры провести при непосредственном контакте термопары с ИМ или с помощью пирометра (сбор эмпирических данных).

** Реализовать воздушное охлаждение радиатора, т.к. водное охлаждение сложно сделать с КПД выше чем у воздушного в кустарных условиях.

2. Моделирование ИМ (верификация, создание теории).

3. Моделирование основ. стенда совместно с ИМ (прогнозирование, создание теории);

4. Составление спецификации на основ. стенд и электронику;

0) Выбор корпуса, материалов, креплений (пожаробезопасность(установленные пределы), изолированность);

1) Выбор MCU;

2) Выбор Sensors;

3) Проверить согласование точности, измеряемого диапазона, скоростей передачи, используемых протоколов всех эл-ов системы.

5. Сборка основ. стенда;

Учесть:

а. пожаробезопасность;

б. изолированность;

в. пазы под ИМ, датчики (3 шт. * 2 секции), промышленные датчики (4 термопары + 1/2 термосопротивления);

г. в боковой/нижней части каждой секции оставить место под вентилятор.

6. Сборка основ. стенда совместно с ИМ;

7. Промежуточная проверка функционирования стенда:

1) Проверка нагрева ИМ в составе основ. стенда до установленного предела;

2) Проверка охлаждения ИМ в составе основ. стенда до установленного предела;

* Проверки проводить в шахматном порядке длительностью не менее 10 мин. в количестве 3 шт. для каждой.

3) Визуальная проверка ОСНОВ. СТЕНДА на повреждения.

8. Монтаж датчиков, промышленных датчиков, вторичного вентилятора;

9. Промежуточная проверка функционирования основ. стенда:

1) Проверка нагрева ИМ в составе основ. стенда до установленного предела;

- 2) Проверка охлаждения ИМ в составе основ. стенда до установленного предела;
- * Проверки проводить в шахматном порядке длительностью не менее 10 мин. в количестве 3 шт. для каждой.
- 3) Визуальная проверка ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДОВ на повреждения;
- 4) Проверка ПРОМЫШЛЕННЫХ ДАТЧИКОВ(кроме термисторов) и ВТОРИЧНОГО ВЕНТИЛЯТОРА на работу.
10. Составление спецификации на доп. стенд и электронику;
 - 0) Выбор корпуса, материалов, креплений;
 - 1) Выбор MCU (возможно ATmega);
 - 2) Выбор 1/2 промышленного датчика термосопротивления;
 - 3) Проверить согласование точности, измеряемого диапазона, скоростей передачи, используемых протоколов всех эл-ов системы.
11. Проектирование и сборка доп. стенда проверки 1/2 термисторов;

Учесть:

 - а. возможность изменения сопротивления (3 шт. потенциометра + дисплей 16x4);
 - б. возможность выбора схемы подключения(двух, трёх и четырёхпроводную);

* на дисплей выводятся 4-и сопротивления и температура на промышленном датчике.

** Доп. стенд, возможно сделать, как печатную плату в САПР DeepTrace.
12. Монтаж 1/2 промышленного датчика термосопротивления на доп. стенд;
13. Программирование доп. стенда проверки 1/2 термисторов;
14. Проверка функционирования доп. стенда проверки 1/2 термисторов:
 - 1) Проверка нагрева ИМ в составе доп. стенда до установленного предела;
 - 2) Проверка охлаждения ИМ в составе доп. стенда до установленного предела;

* Проверки проводить в шахматном порядке длительностью не менее 10 мин. в количестве 3 шт. для каждой.

 - 3) Визуальная проверка ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДОВ на повреждения;
 - 4) Проверка работы дисплея;
 - 5) Проверка работы моста сопротивлений;
 - 4) Проверка работы 1/2 ПРОМЫШЛЕННОГО(ЫХ) ДАТЧИКА(ОВ) ТЕРМОСОПРОТИВЛЕНИЯ.
15. Программирование основного функционала основ. стенда;
16. Автономная проверка функционирования всей системы:
 - 1) Проверка нагрева ИМ в составе всей системы (т.е. дистан. с MCU) до установленного предела;
 - 2) Проверка охлаждения ИМ в составе всей системы (т.е. дистан. с MCU) до установленного предела;

* Проверки проводить в шахматном порядке длительностью не менее 10 мин. в количестве 3 шт. для каждой.

- 3) Визуальная проверка ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДОВ на повреждения;
 - 4) Проверка работы дисплея (отображает значения температуры для 2-ух секций);
 - 5) Проверка работы вторичного вентилятора;
 - 6) Проверка работы датчиков температуры для 2-ух секций.
17. Сравнить полученные результаты с результатами моделирования:
- 1) Связать MCU с PC;
 - 2) Записать значения температур с (3-ёх датчиков * 2 секции) в терминал (файл) PC;
 - 3) Построить графики распределения температур с помощью PyPlot;
 - 4) Сравнить с полученные результаты с результатами моделирования.
18. Программирование СУ основ. стенда:
- 1) Реализация П-регулятора;
 - 2) Реализация ПИ-регулятора;
 - 3) Реализация ПД-регулятора;
 - 4) Реализация ПИД-регулятора;
 - 5) Реализация Fuzzy-регулятора;
19. Комплексная проверка функционирования всей системы:
- 1) Поддержание положительной температуры(0, 10, 24, 50, 70, 90, 110, 115, 118, 119);
 - 2) Поддержание отрицательной температуры(-1, -3, -6, -10, -18, -20, -22, -25, -28, -29);
- * Проверки осуществить всем функционалом регуляторов.
- ** Возмущением является открытость системы (псевдозамкнутость) – открытие крышки.
- 3) Проверка обработки ЧС;
20. На основе полученных данных с использованием различных регуляторов построить семейство графиков;
21. Проанализировать полученные результаты.

8 Приложение

В данном приложении находятся трёхмерные эскизы и функциональные схемы стенда для проведения эмпирического эксперимента измерения температуры воздуха в ёмкости.

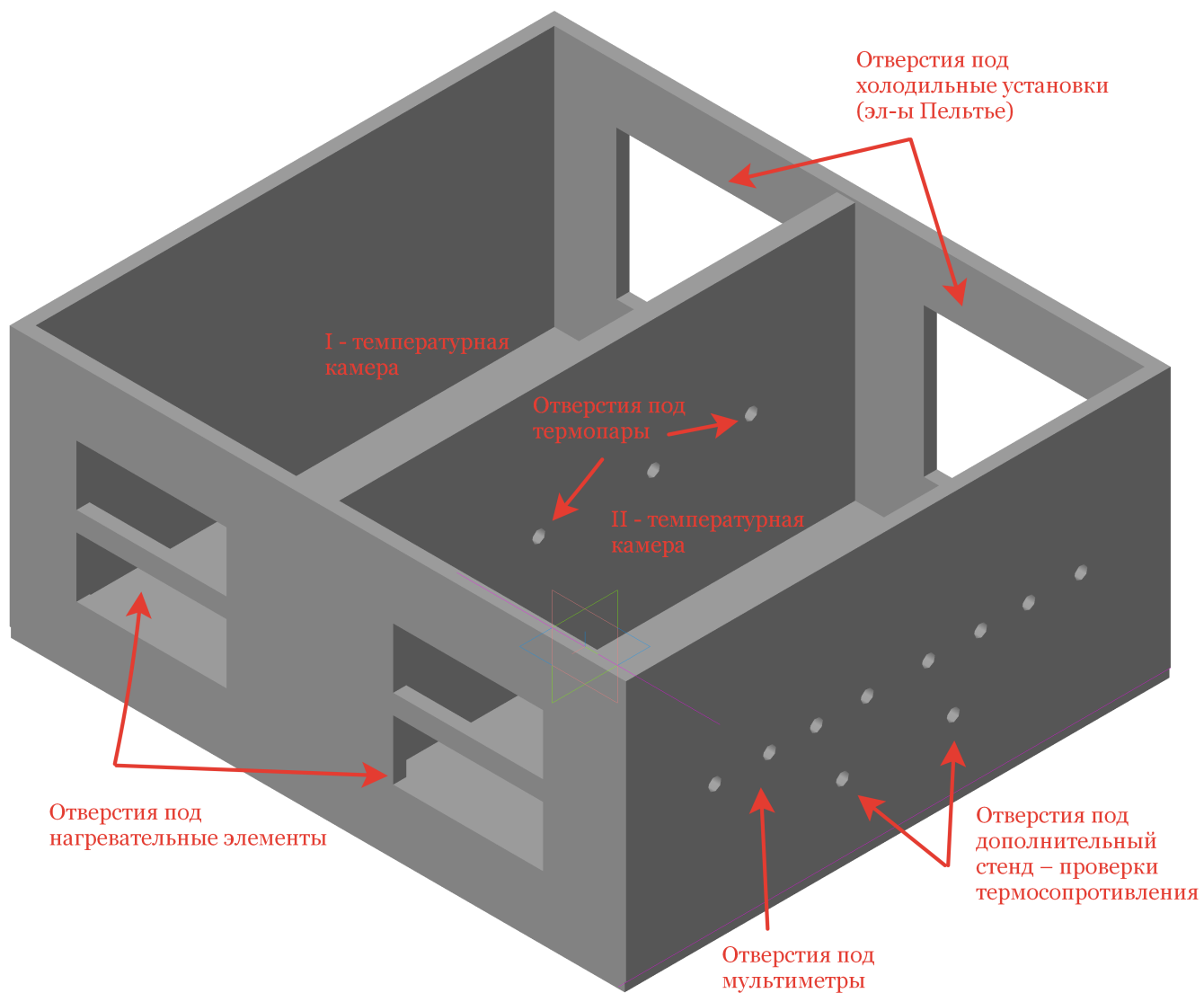


Рис. 1: Трёхмерный эскиз "коробки" основного стенда проверки термопары

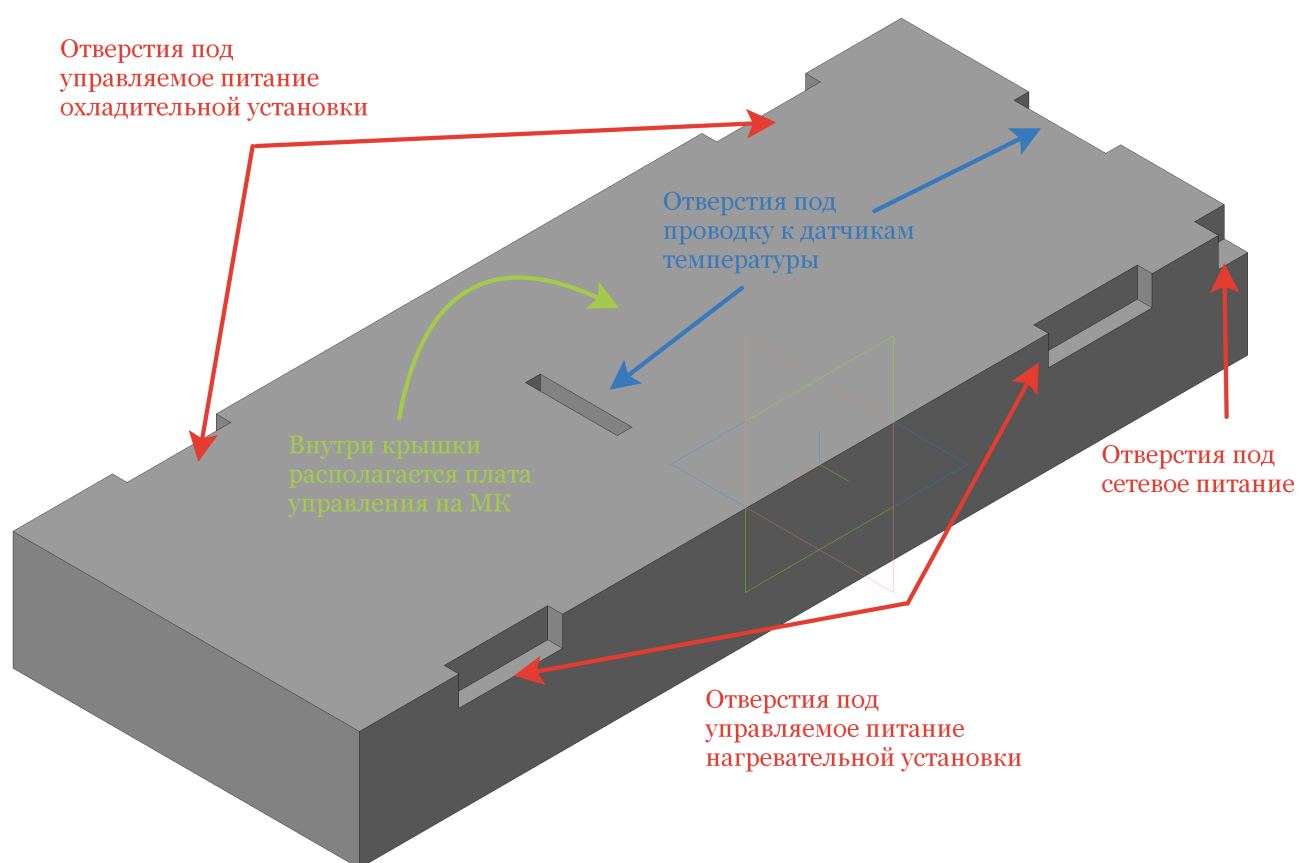


Рис. 2: Трёхмерный эскиз "крышки" основного стенда проверки термопары

Функциональная схема основного стенда для проведения эмпирического эксперимента измерения температуры воздуха в ёмкости

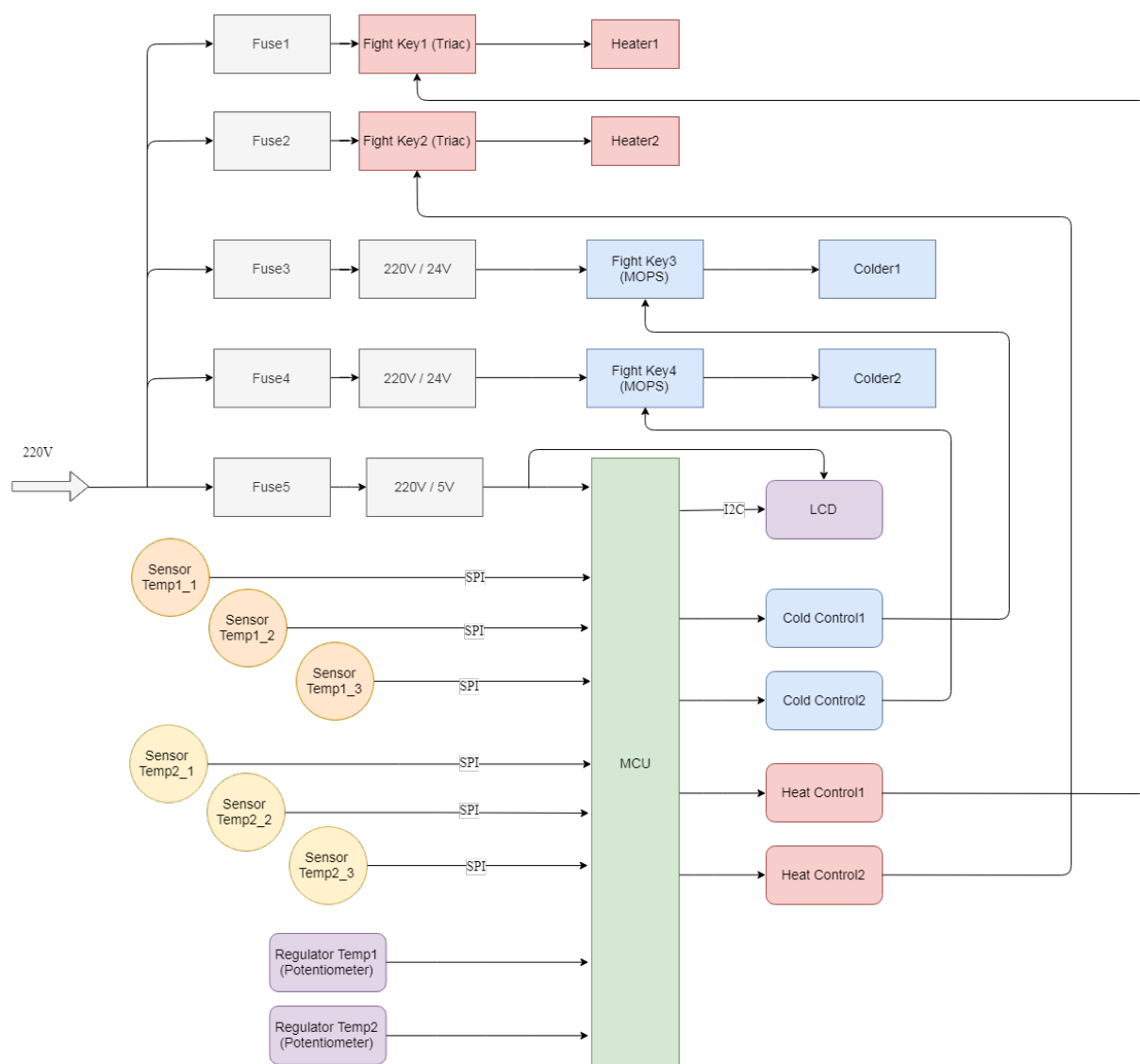


Рис. 3: Функциональная схема основного стенда для проведения эмпирического эксперимента измерения температуры воздуха в ёмкости

Функциональная схема дополнительного стенда для проведения эмпирического эксперимента измерения температуры воздуха в ёмкости

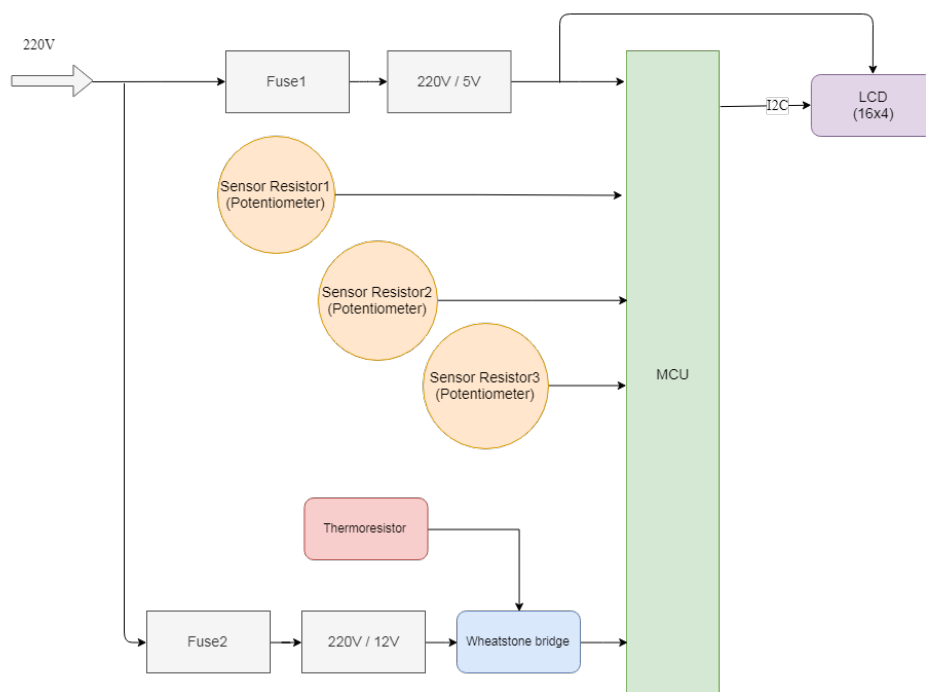


Рис. 4: Функциональная схема дополнительного стенда для проведения эмпирического эксперимента измерения температуры воздуха в ёмкости