

Длительная образовательная игра  
с применением свободного аппаратного  
и программного обеспечения  
(студенты — вузу и школе)

доцент, к. т. н. Чернышов А. В.

Кафедра Прикладной математики, информатики и вычислительной техники  
Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана

# Основная задача

- Обеспечить «смычку» теоретического обучения и решение практических задач
- Практические задачи должны иметь реальное применение
- Практические задачи должны иметь НЕвысокий «порог вхождения»
- Полученные результаты должны быть жизнеспособны длительное время

# Иннокентий Николаевич Жуков



Основа работы  
с детьми:

- Длительная массовая игра.
- Реальные **общественно полезные** цели и задачи.
- Практические результаты.

# Главная идея

- Создать постоянно функционирующую систему, которая бы:
  - Требовала минимального финансирования
  - Предполагала необходимость обслуживания
  - Была при этом не критична к сбоям
  - Могла заинтересовать современных студентов
  - Допускала массовое участие
- И при этом **Приносила реальную пользу**

# Сеть мониторинга параметров окружающей среды

- Привлечение студентов для:
  - создания приборов, выполняющих измерения;
  - создания инфраструктуры (серверов, баз данных, систем отображения);
  - создания ПО различных типов обработки данных;
  - эксплуатации сети.
- Попутный эффект — обеспечение учебного процесса постоянно поступающими телеметрическими данными.

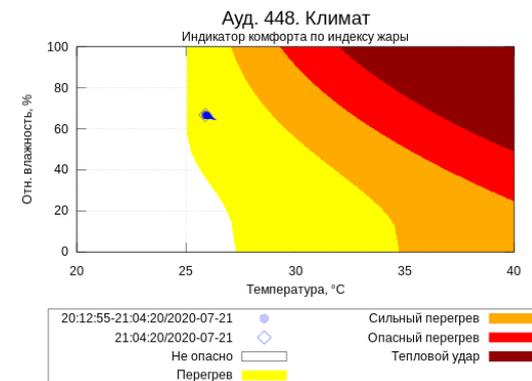
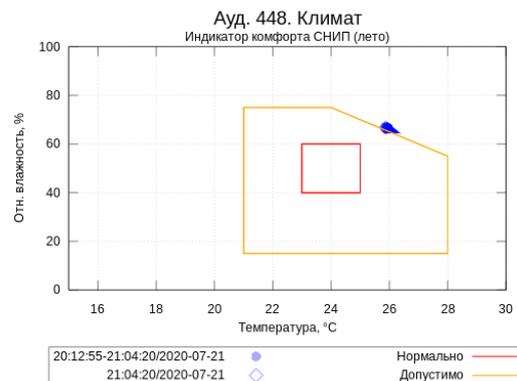
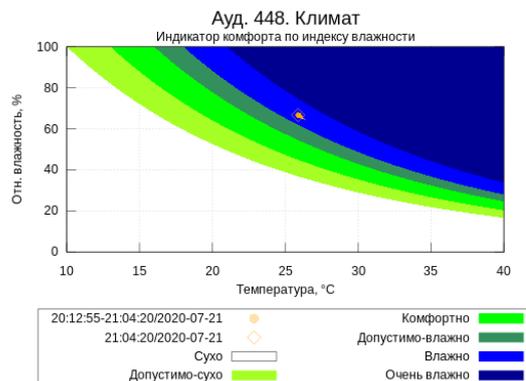
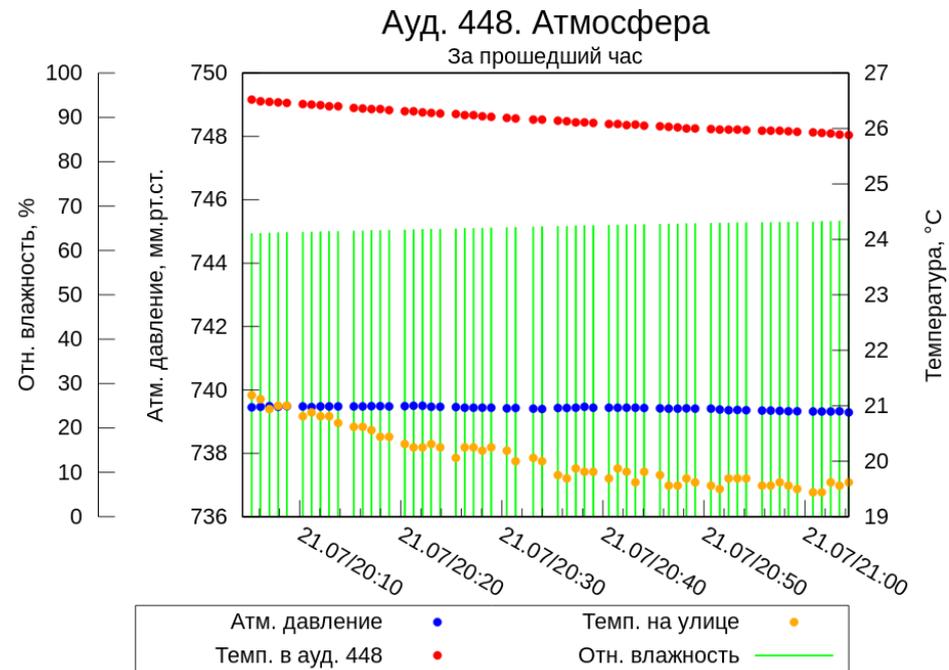
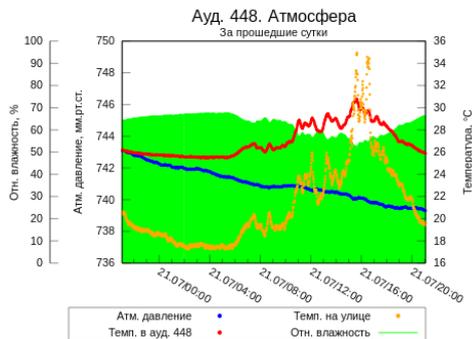
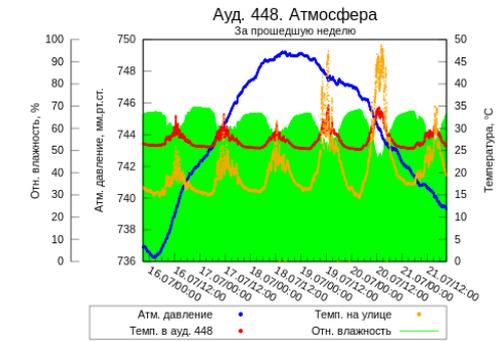
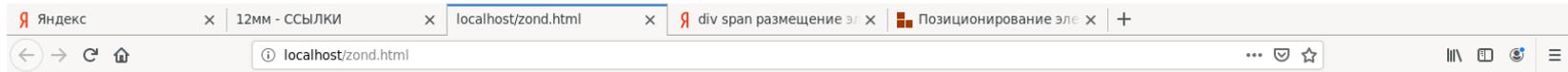
# Проектирование и изготовление измерительных приборов



# Почему именно параметры окружающей среды?

- Они достаточно понятны
- Интересно изучать окружающий мир
- Их измерение довольно просто (для многих параметров)
- Легко сформулировать цель — контроль (мониторинг) на соответствие СанПиН

# Что может получиться (построено с помощью GNUPLLOT)

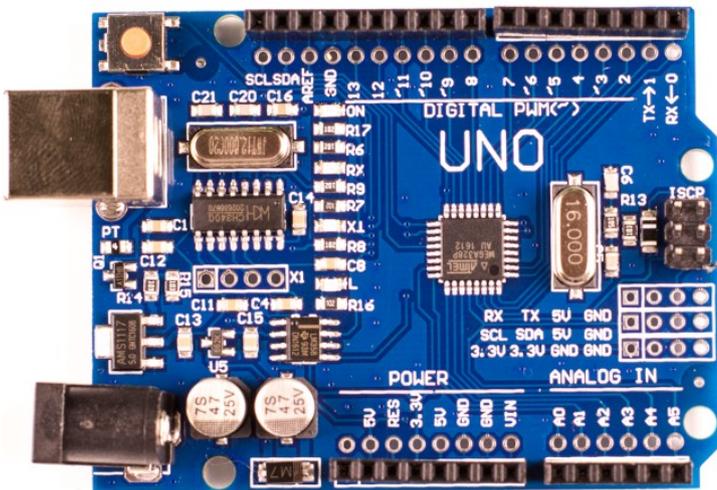


# Достигаемый эффект

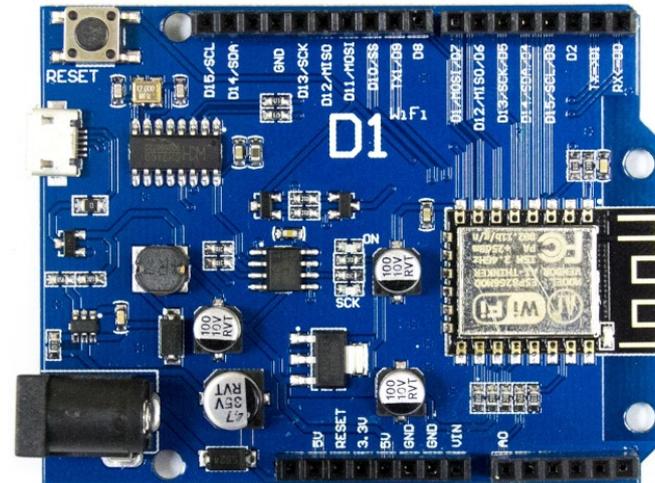
- Студенты получают практический опыт в разработке и эксплуатации достаточно сложных многозвенных систем
- Для организации сети измерений требуются группы однотипных приборов — это опыт микросерийного производства
- Разрабатываемые приборы обычно достаточно дешёвы — их не страшно дать в руки школьникам
- Приборы могут использоваться в школах для изучения различных дисциплин с практическими измерениями

# Основа всего

- Arduino UNO (Atmega 328P)

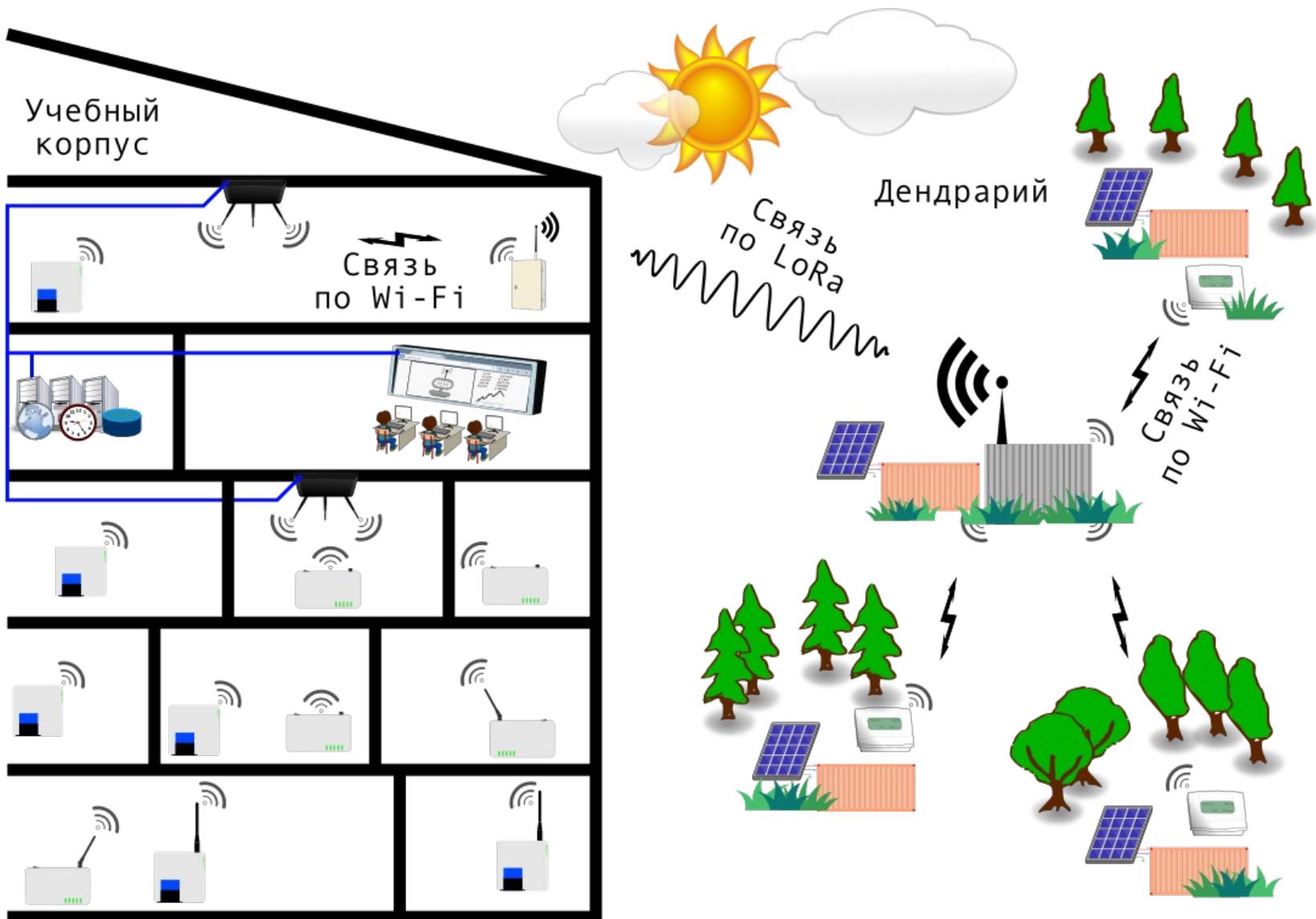


- Wemos D1R2 (ESP8266)



- Используем варианты микроконтроллерных плат: Arduino NANO, NodeMCU, Wemos D1 mini

# Общая структура системы



# Прибор

- Датчики с интерфейсами 1-Wire, I<sup>2</sup>C, SPI
- Выполненные измерения пакуются в структуру JSON
- Данные отправляются на сервер по Wi-Fi (через Интернет) обычным запросом http.  
Обычно 1 раз в минуту или 1 раз в 5 минут
- Питание от внешнего блока питания (от розетки)
- Для мобильных приборов удобно использовать обычный PowerBank и записывать результаты измерений вручную на специальном бланке

# Сервер накопления данных

- Используем свободное ПО
- ОС — Linux (у нас Debian)
- СУБД — PostgreSQL, MongoDB, InfluxDB (на выбор)
- «Обвязка» — PHP, NodeJS, Python (на выбор)
- Интерфейс http — API ввода и отдачи блоков данных по запросу в формате json
- Отдельная БД усреднённых значений (PostgreSQL, Python) — 15 мин., час, сутки (в планах неделя и месяц)

# Сервер представления данных

- Используем свободное ПО
- ОС — Linux (у нас Debian)
- Web-сервер — используем NodeJS
- Обращение к серверам БД текущих данных и усреднённых через их API по http
- Кеширование выборки данных из БД — Redis
- Предоставление форм отображения — по http
- Формы отображения — обычные Web-страницы на HTML, CSS, JavaScript



# Документирование

- Обязательное требование к организации процесса
- Удобно использовать Dokuwiki на отдельном сервере
- Структура документации — приближена к требованиям ЕСКД, ЕСПД
- Сервер общедоступен  
<http://dbrobo1.mf.bmstu.ru/dokuwiki>
- Позволяет быстро войти в курс дела новым поколениям студентов

# А что всё это даёт?

- Можно создать аналог Зала управления Центра управления полётами
- Используется обычный компьютерный класс:
  - Компьютерный проектор — в качестве КСО
  - Персональные компьютеры — в качестве рабочих мест специалистов
- Не требуется инсталляция НИКАКОГО специализированного ПО — только стандартный клиент Web
- Запуск зала в работу — несколько минут

# Простые приборы и посложнее

Hydra-Lite



Hydra-L



# Приборы для улицы (стационарные)

Проблемы:

- Связь с сервером
- Автономное питание
- Защита от атмосферных осадков
- Дистанционное управление



# Мобильные приборы

- КЛОП-МН



- КЛОП-Л

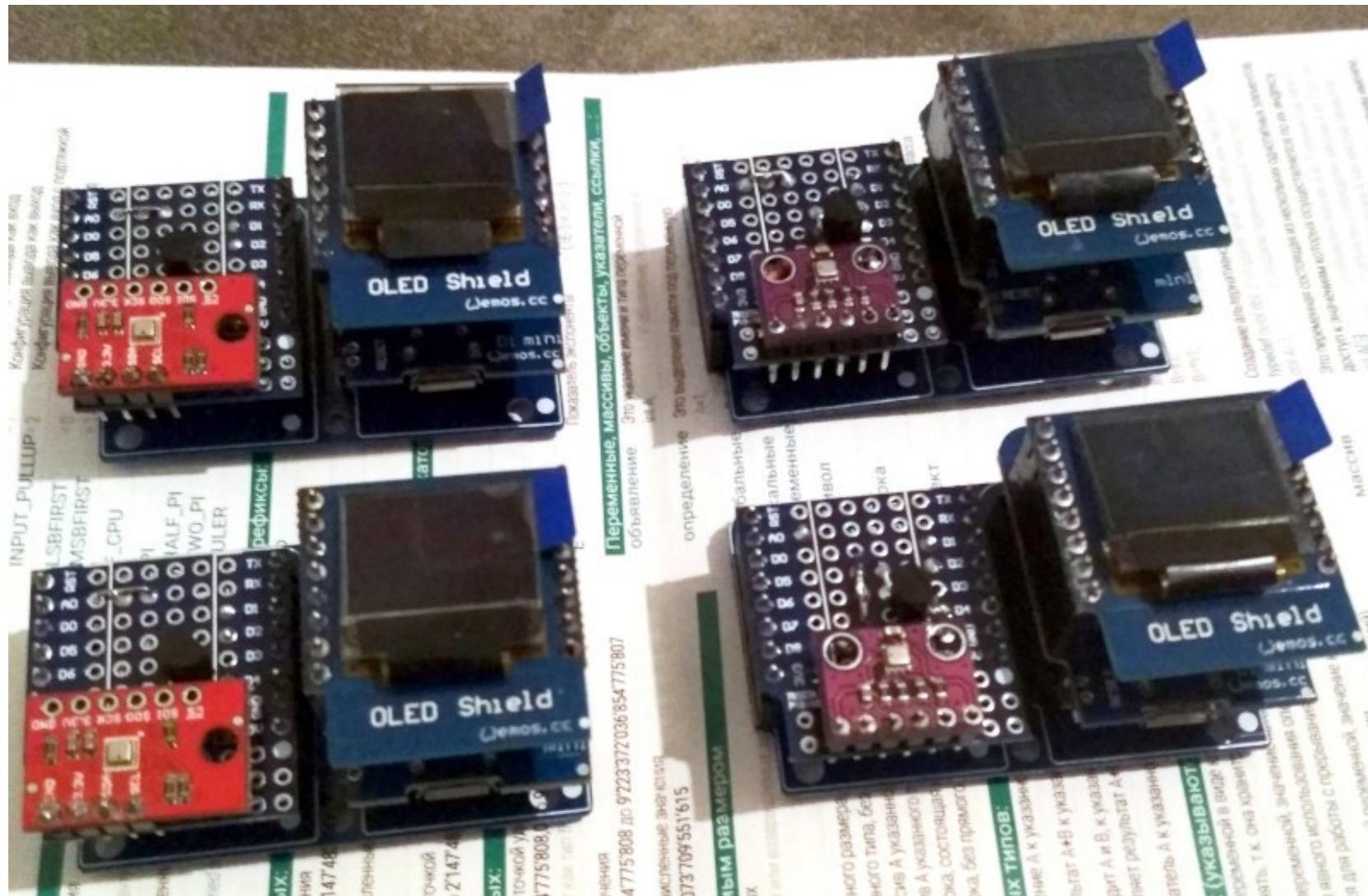


# Прибор КЛОП-МН



- Компактный лабораторно-образовательный прибор
- Измеряемые параметры:
  - атмосферное давление
  - относительная влажность воздуха
  - температура воздуха
- Изготовлена микросерия.
- Позднее изготовлена микросерия прибора КЛОП-МНУ

# КЛОП-МН без корпуса (микросерия)



# Передача приборов в Артек



В мае 2021 г. школе Артека передано 9 приборов КЛОП-МНУ  
В августе 2021 г. школе Артека передан Опорный барометр 02

# Применение приборов КЛОП-МН



- Приборы используются учениками школы МДЦ «Артек» при изучении соответствующих тем на уроках математики, физики, биологии

**Статистика**

классифицировать информацию → анализировать информацию → делать выводы → планировать ресурсы

Процесс: классификация информации → статистические характеристики → наглядное представление статистической информации (диаграммы, полигоны, гистограммы) → средние значения

Лабораторная работа «Сбор и обработка метеорологических характеристик погоды»

Цель: ...

Приборы и материалы: компактный лабораторный образовательный прибор «КЛОП-МН», карандаш, учебничка линейка, оублет

**Выполнение работы**

1. Исследуемые метеорологические характеристики: температура воздуха, влажность воздуха и атмосферное давление.

2. Знакомство с прибором «КЛОП» (работа с паспортом прибора).

3. Заполнение таблицы:

	Улица	1 эт.	2 эт.	3 эт.	4 эт.
T, °C	21.49	23.56	25.56	25.00	24.82
H, %	24.88	20.95	27.28	28	24.58
P, мм рт.ст.	757.34	756.94	756.56	756.74	757.59

4. Вычисление статистических характеристик и их наглядное представление:

1) T: средн. = 25.5; медиана = 25.56; размах = 25.56 - 21.49 = 4.07; мин. = 21.49; макс. = 25.56

2) H: средн. = 24.88; медиана = 24.58; размах = 28 - 20.95 = 7.05; мин. = 20.95; макс. = 28

3) P: средн. = 757.34; медиана = 756.94; размах = 757.59 - 756.56 = 1.03; мин. = 756.56; макс. = 757.59

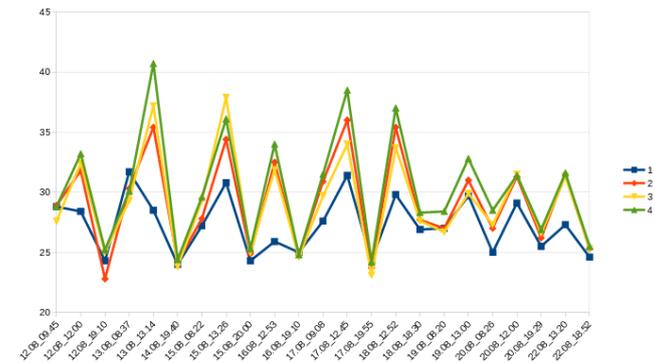
5. Вывод: ...

- Детям интересно работать с приборами

# Опыт работы с приборами на смене (август 2025 г.)



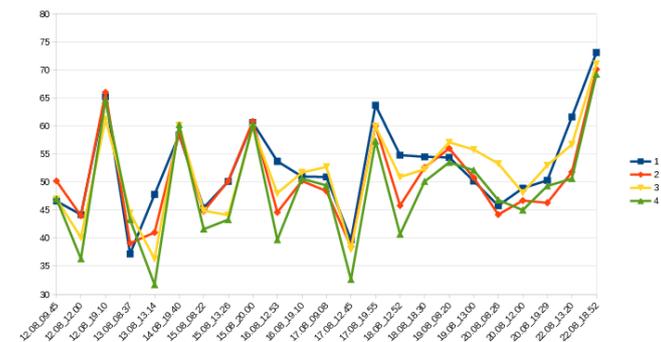
Результаты наблюдений.  
Температура воздуха



Результаты наблюдений.  
Атмосферное давление



Результаты наблюдений.  
Относительная влажность  
воздуха



# Действующие сегменты

- Системный (серверный)
- Внутренний (в помещениях ГУК МФ)
- Внешний (на улице вблизи ГУК МФ — работаем над его созданием)
- Ближний (Московская область)
- Дальний (МДЦ «Артек»)

# Системный сегмент

- Серверы:
  - Dokuwiki — документирования
  - Webrobo — представления
  - Dbrobo1 — накопления
  - Averobo — усреднения

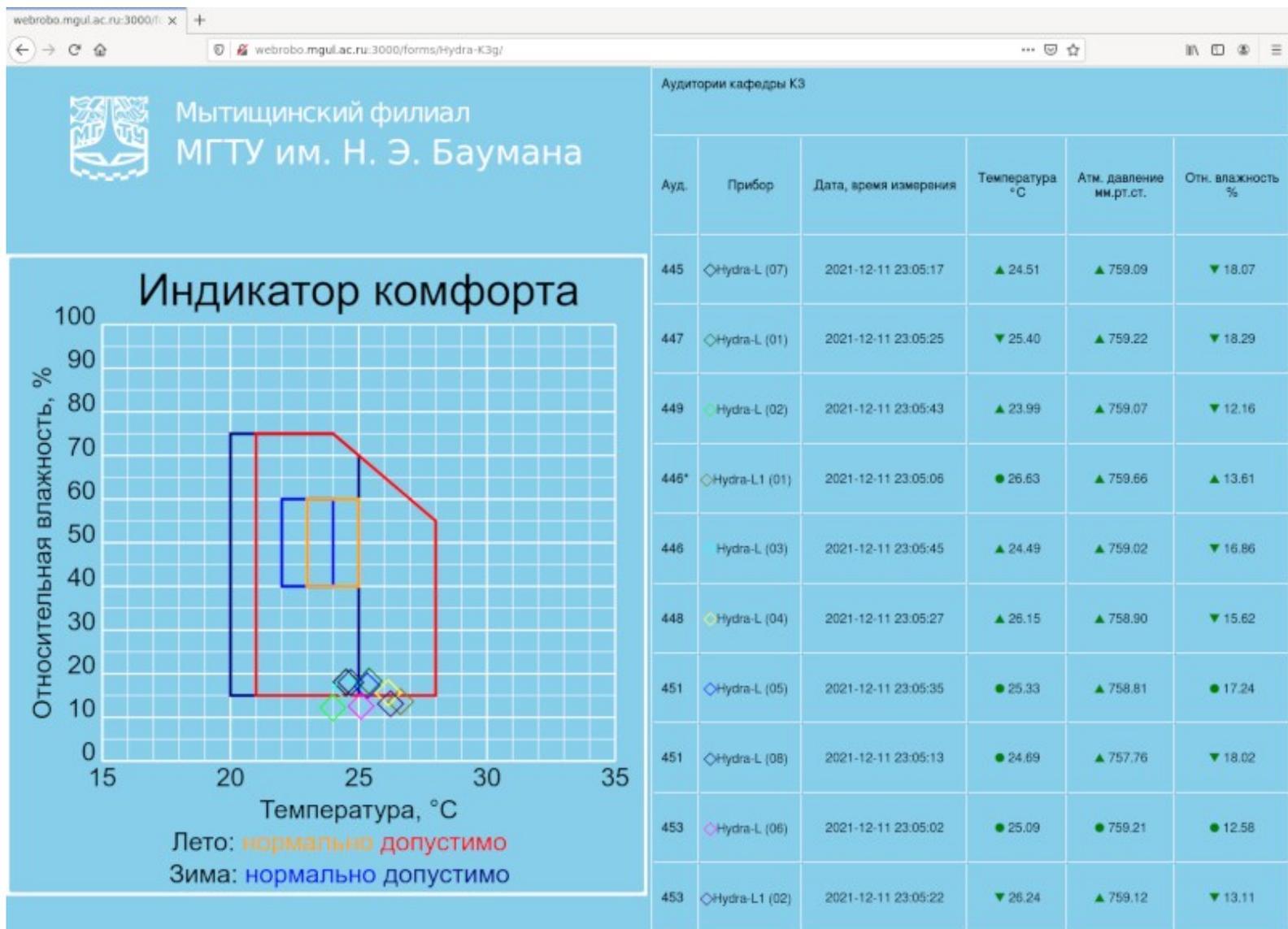
# Внутренний сегмент (помещения кафедры КЗ)

## Состав:

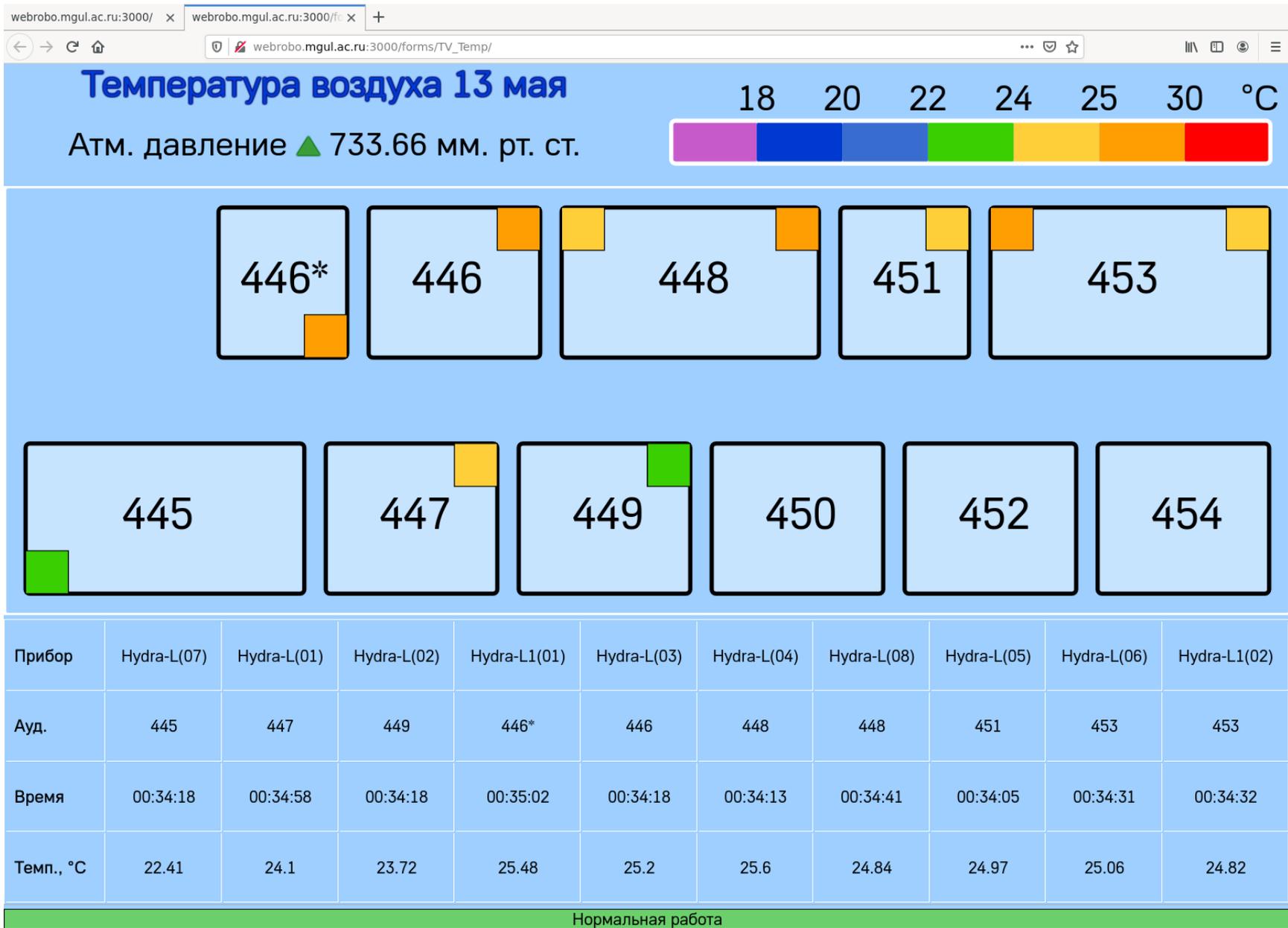
- 8 приборов «Hydra-L»  
+ 2 «Hydra-L1»:
  - температура воздуха;
  - относительная влажность воздуха;
  - атмосферное давление.
- Опорный барометр № 01:
  - атмосферное давление;
  - температура воздуха.
- «Роса-К2»:
  - параметры атмосферы;
  - параметры освещённости;
- «Свежесть»



# Параметры микроклимата в аудиториях кафедры



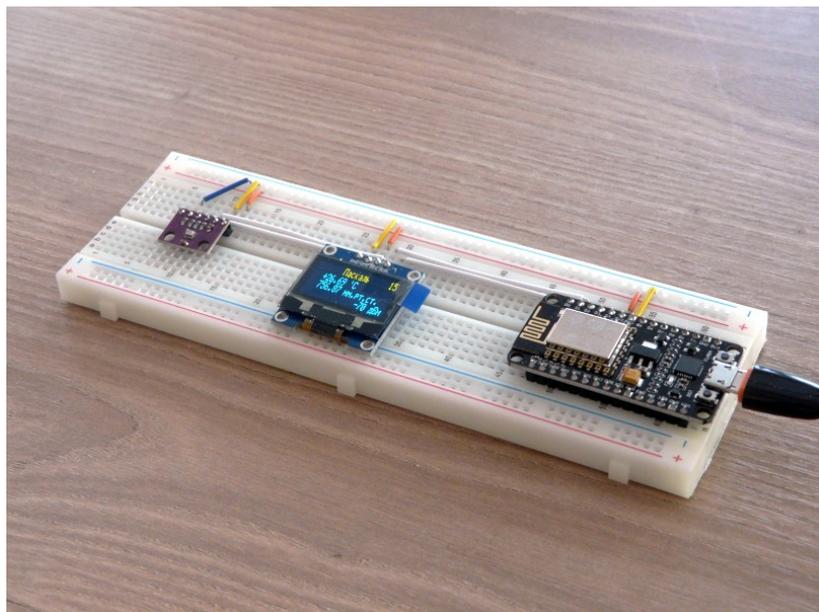
# Температура по аудиториям на плане этажа



# Микроклимат ауд. 447



# Микросерия приборов «Паскаль»

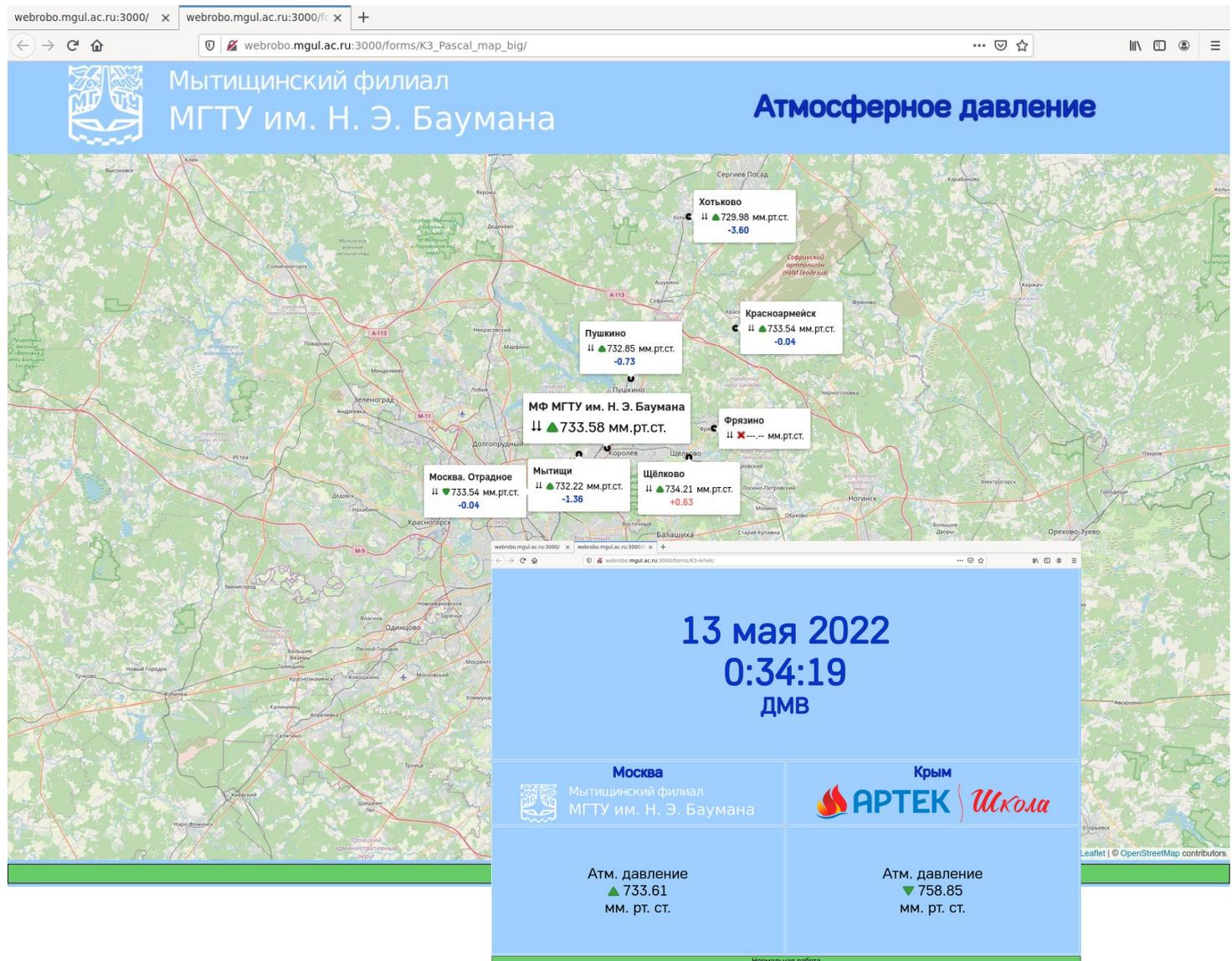


# «Ближний» сегмент Сеть в Московской области

Состав:

- Опорный барометр № 01.
- «Паскаль», 5-9 шт.

Приборы  
расположены  
по квартирам  
сотрудников  
и студентов  
кафедры КЗ.

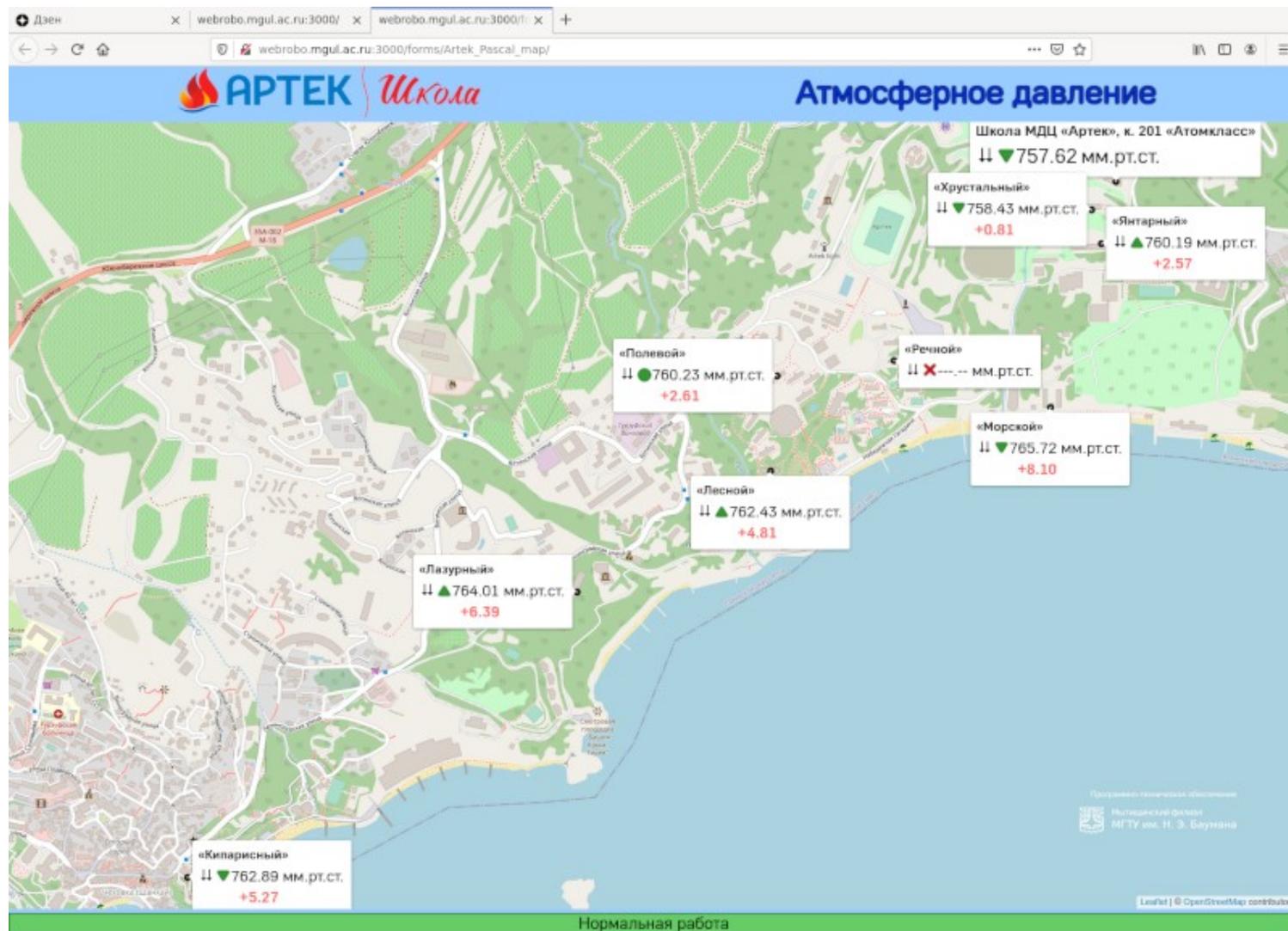


# «Дальний» сегмент Сеть измерений в Артеке

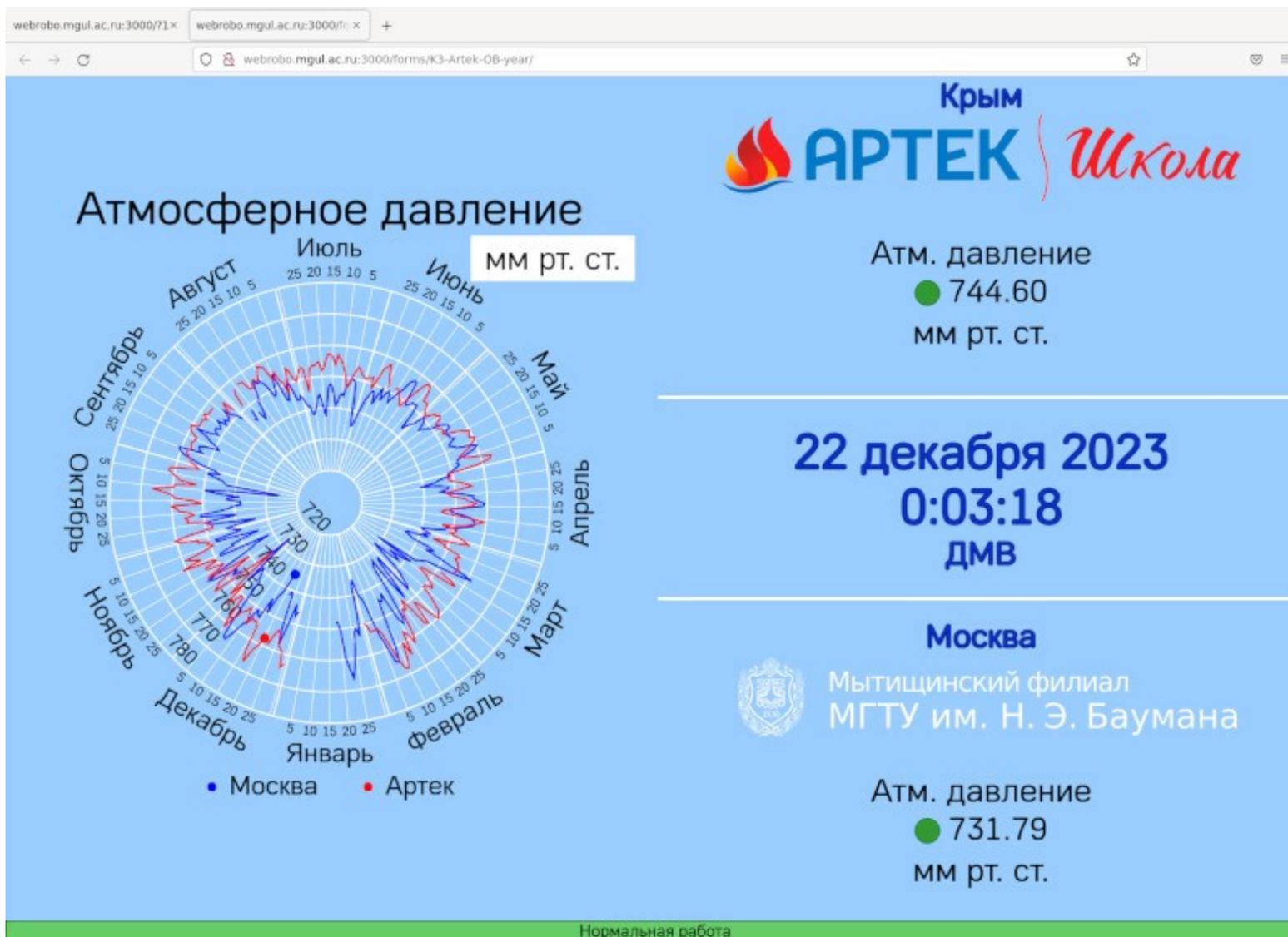
Состав:

- Опорный барометр № 02.
- «Паскаль», 8-10 шт.

Сегмент развёрнут в июне 2022 г. силами педагогов школы МДЦ «Артек» (Мамеева-Шварцман Ирина Михайловна с помощниками).



# Атмосферное давление «Артек — Москва»

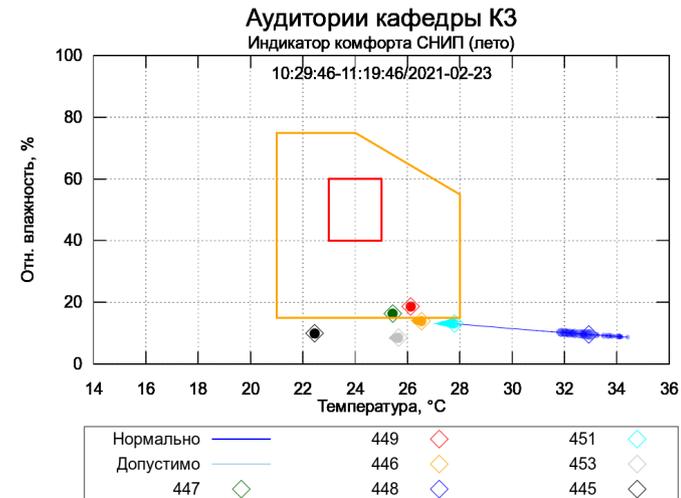
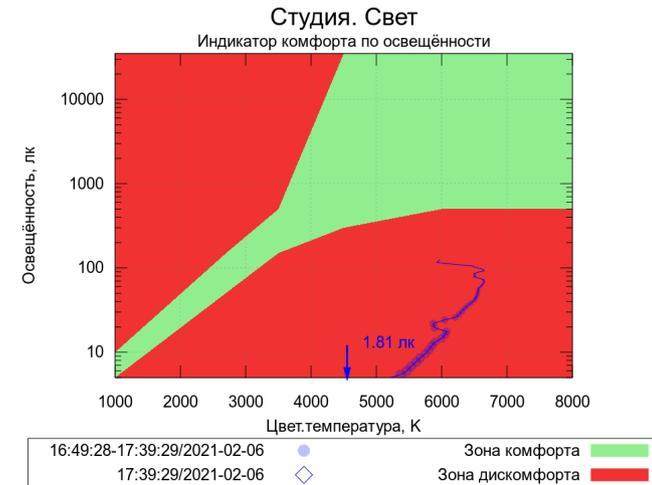


# Использование инфраструктуры

- Курсовые работы по дисциплине «Системное программное обеспечение».
- Практики бакалавров
  - учебная — после I курса, — разработка ПО обработки накопленных данных;
  - эксплуатационная — после II курса, — работа с приборами, контроль работоспособности сети измерений;
  - преддипломная — по тематике ВКР.

# Обработка результатов измерений

- Рисование тривиальных графиков
- Отслеживание «ходов» значений параметров
- «Отлов» прохождения атмосферных фронтов



Построено в GNUPLOT

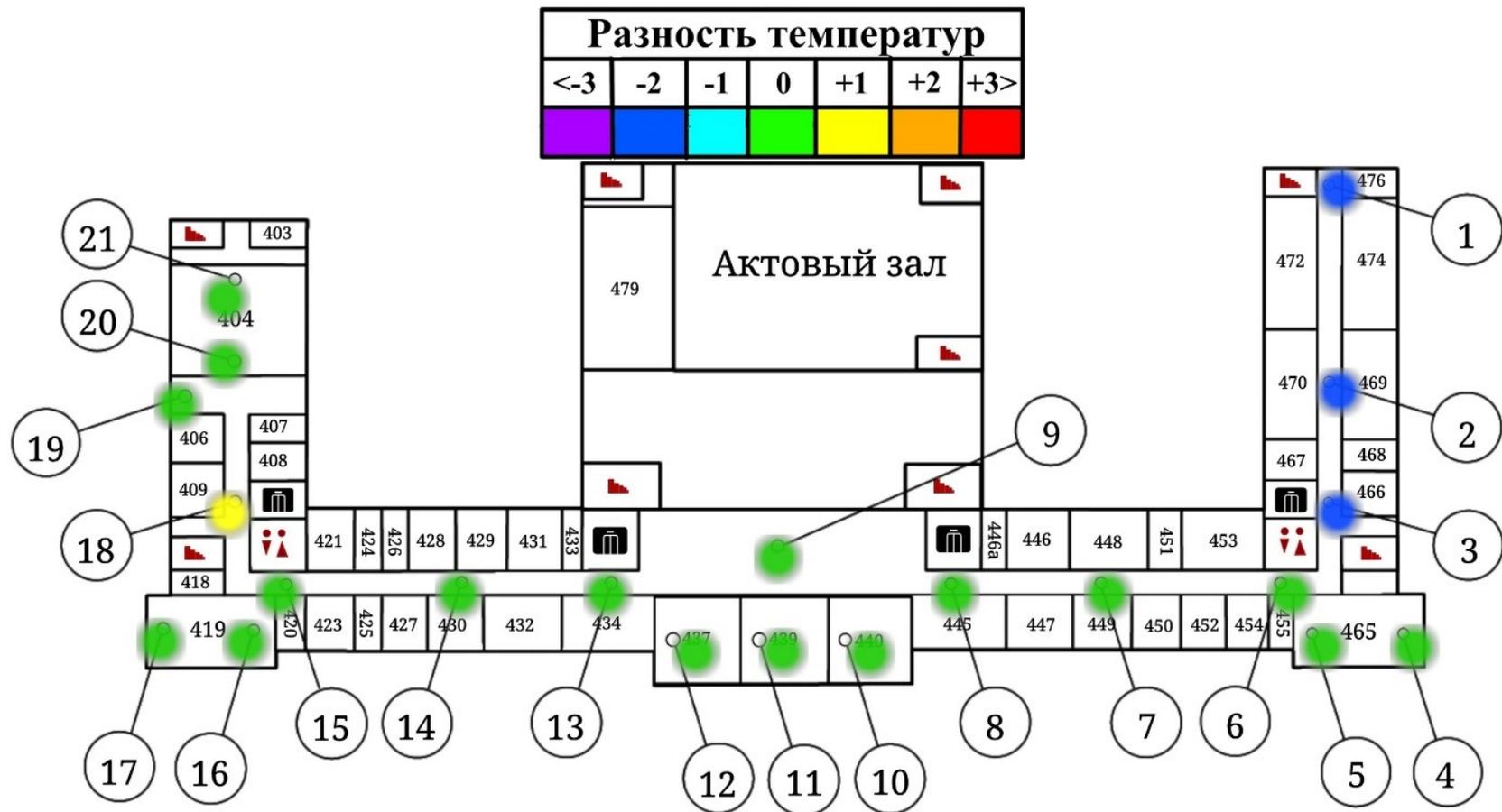
# Ежедневное заступление на смену дежурных бригад в рамках эксплуатационной практики II курса

Здесь важны определённые ритуалы:

- График заступлений бригад на смены
- Утренний развод смены
- «Разбор полётов»
- Систематическая отчётность



# Карта температур по результатам измерений мобильным прибором



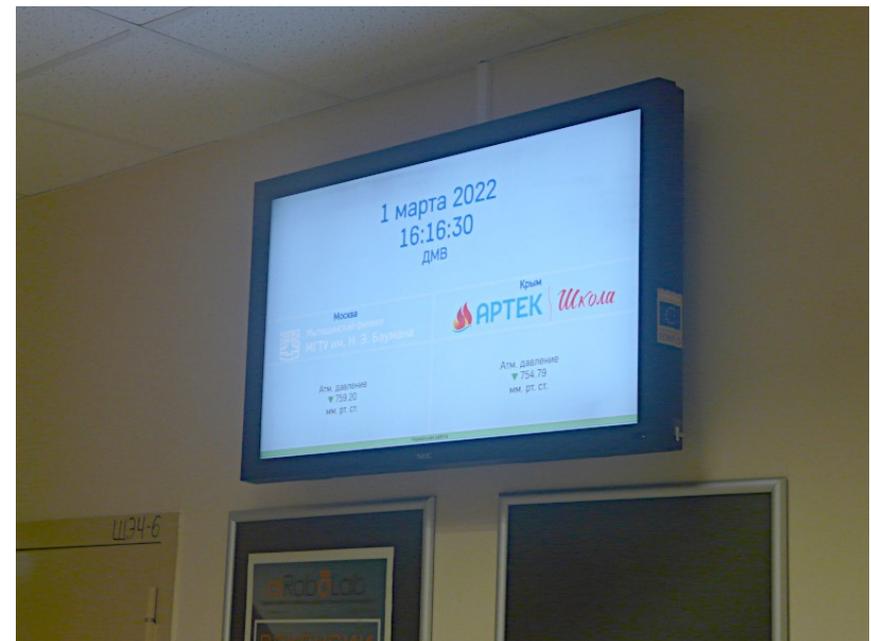
# Открытые чтения

- Проводятся на регулярной основе, как правило, в конце каждого семестра



# Информационный комплекс

- Самый заметный элемент — большой экран в коридоре кафедры КЗ на 4 этаже.
- Работа обеспечивается серверным узлом (отображаются формы с сервера webrobo).



Вы можете повторить наш опыт со своими студентами!

Приглашаем к сотрудничеству

Кафедра КЗ — Прикладная математика,  
информатика и вычислительная техника.  
Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана