

**ГОБУ «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы**



## **Выявление признаков монотонного состояния человека на основе анализа физиологических показателей**

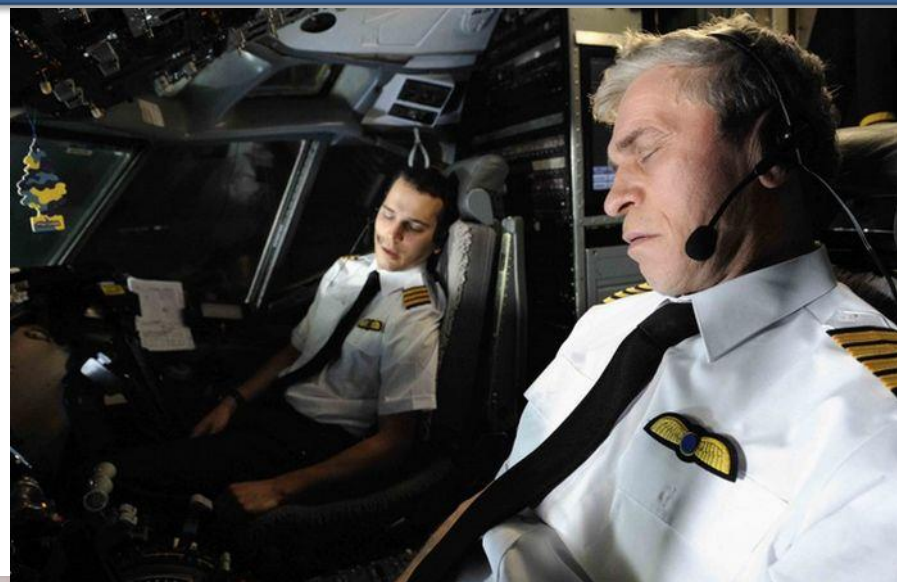
Автор работы: ученик 7 Б класса  
Семенов Илья Александрович

Куратор: к.т.н., доцент ФРТК МФТИ  
Семенов Александр Валерьевич

Консультант: инженер-программист  
лаборатории нейроробототехники, МФТИ  
Бобе Анатолий Сергеевич

# ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ

Монотония – это функциональное состояние сниженной работоспособности, возникающее в ситуациях однообразной работы с частым повторением одинаковых действий.



# Цели и задачи

**Цель:** измерение и анализ динамики физиологических показателей человека (пульса, ритмов ЭЭГ и частоты моргания глаз) в монотонных условиях.

## Задачи:

1. Провести анализ литературы по теме исследования и выделить признаки монотонного состояния человека.
2. Провести оценку и анализ динамики физиологических показателей человека в монотонных условиях.
3. Разработать макет устройства для изменения пульса и частоты моргания глаз в монотонных условиях

**Гипотеза:** деятельность человека в условиях монотонии приводит к изменению динамики его физиологических показателей (пульса, ритмов ЭЭГ и частоты моргания глаз).



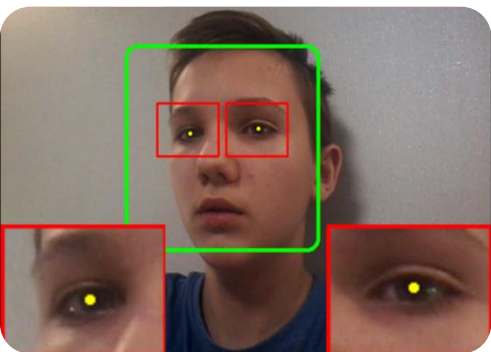
# Программа исследования

1. Проведено исследование изменения физиологических показателей человека в состояниях бодрствования и монотонии.
2. Условия имитации монотонных условий работы: вождение на симуляторе (в течение 3 часов).
3. В ходе эксперимента выполнялась регистрация физиологических показателей человека, и велось наблюдение за его поведением.



## Измеряемые физиологические показатели:

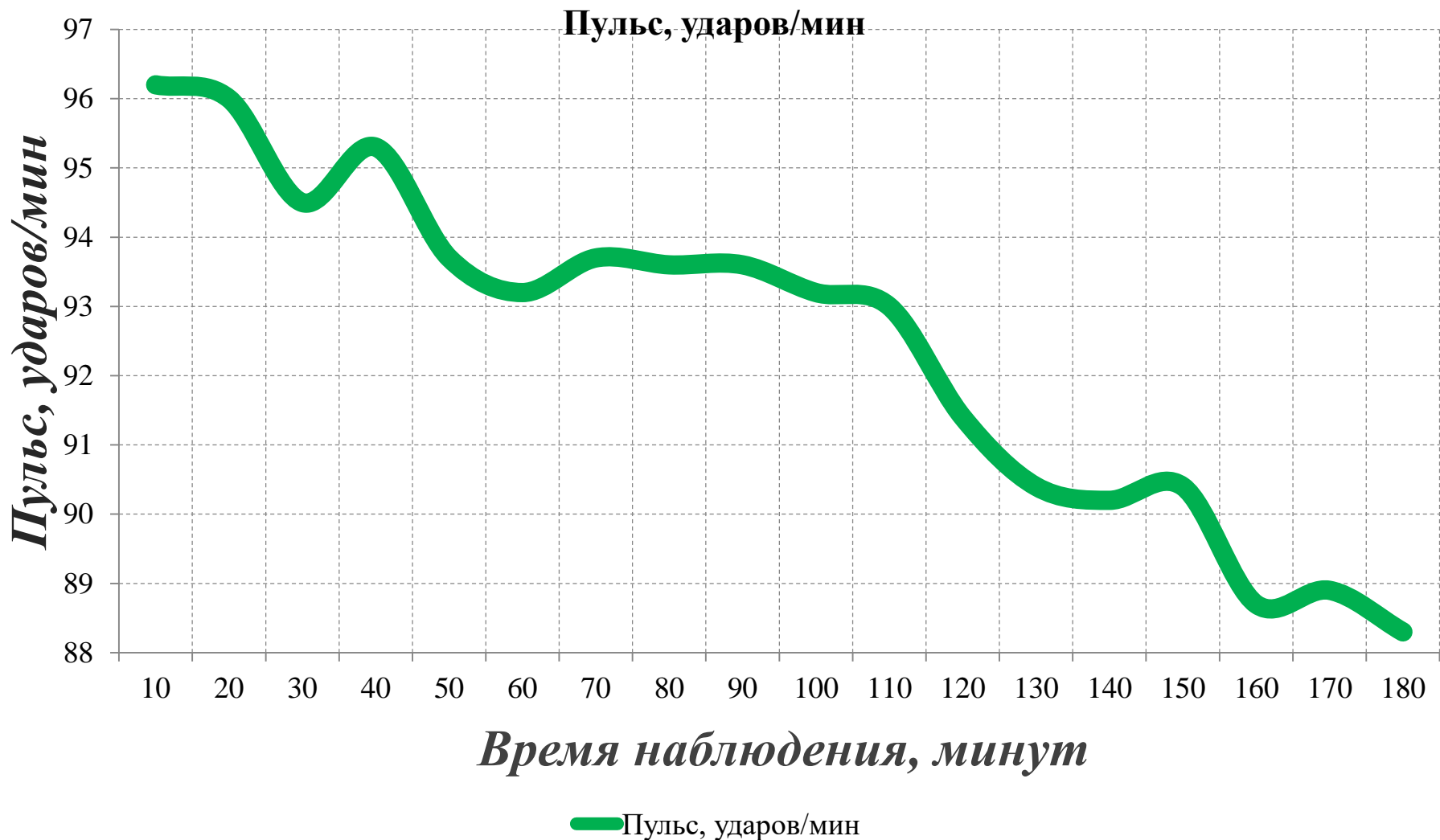
- пульс – аппарат для автоматического измерения давления и пульса с памятью;
- частота моргания глаз, продолжительность закрытия глаз – запись эксперимента проводилась на видео камеру, затем – визуальной анализировались интересующие признаки;
- ритмов ЭЭГ – установка в лаборатории нейроробототехники МФТИ, использовался шлем электроэнцефалографический с комплектом электродов MCScar-128 (96, 64, 32).
- ритмов ЭЭГ – установка в лаборатории нейроробототехники МФТИ, использовался шлем электроэнцефалографический с комплектом съемных электродов MCScar-128 (96, 64, 32).



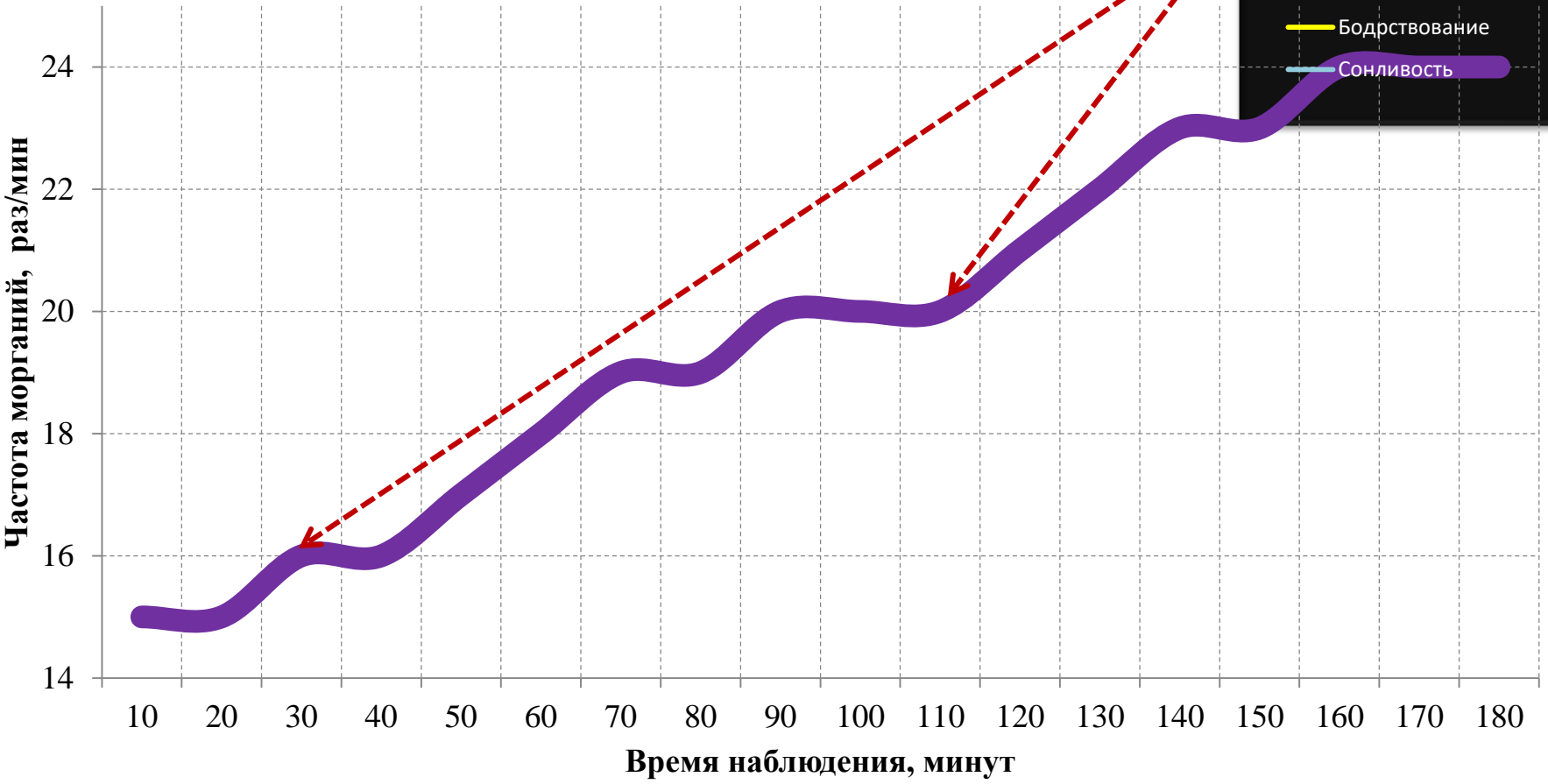
# Дневник наблюдений

| Минуты | Зевание | Вялость | Поза | Внимание | Взгляд | Мимика | Оценка состояния | Состояние  |
|--------|---------|---------|------|----------|--------|--------|------------------|------------|
| 10     | 0       | 0       | 0    | 0        | 0      | 0      | 0                | Активное   |
| 20     | 1       | 0       | 1    | 0        | 1      | 0      | 3                | Активное   |
| 30     | 1       | 1       | 1    | 0        | 1      | 0      | 4                | Активное   |
| 40     | 1       | 0       | 1    | 0        | 2      | 0      | 4                | Активное   |
| 50     | 1       | 0       | 1    | 0        | 2      | 1      | 5                | Пассивное  |
| 60     | 1       | 1       | 1    | 1        | 1      | 1      | 6                | Пассивное  |
| 70     | 1       | 1       | 1    | 1        | 1      | 2      | 7                | Пассивное  |
| 80     | 1       | 1       | 1    | 1        | 1      | 2      | 7                | Пассивное  |
| 90     | 1       | 1       | 2    | 1        | 2      | 2      | 9                | Сонливость |
| 100    | 2       | 1       | 2    | 1        | 2      | 2      | 10               | Сонливость |
| 110    | 2       | 1       | 2    | 1        | 2      | 2      | 10               | Сонливость |
| 120    | 2       | 2       | 1    | 1        | 2      | 2      | 10               | Сонливость |
| 130    | 2       | 2       | 2    | 2        | 2      | 2      | 12               | Сонливость |
| 140    | 2       | 2       | 2    | 2        | 2      | 2      | 12               | Сонливость |
| 150    | 2       | 2       | 2    | 2        | 2      | 2      | 12               | Сонливость |
| 160    | 2       | 2       | 2    | 2        | 2      | 2      | 12               | Сонливость |
| 170    | 2       | 2       | 2    | 2        | 2      | 2      | 12               | Сонливость |
| 180    | 2       | 2       | 2    | 2        | 2      | 2      | 12               | Сонливость |

# Кривая изменения среднего пульса при выполнении монотонных операций

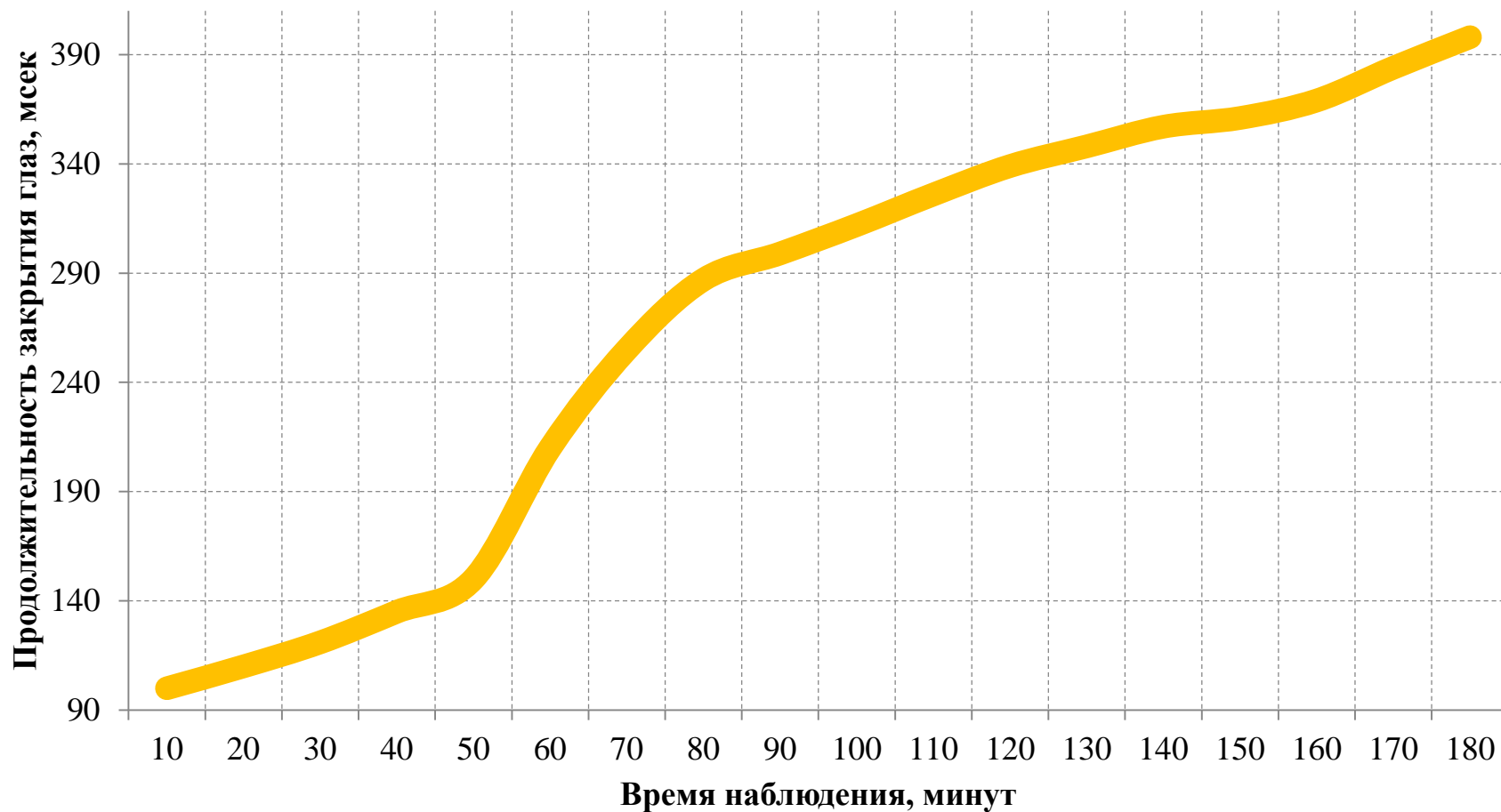


# Частота морганий в условиях монотонии



— Частота морганий, раз/мин

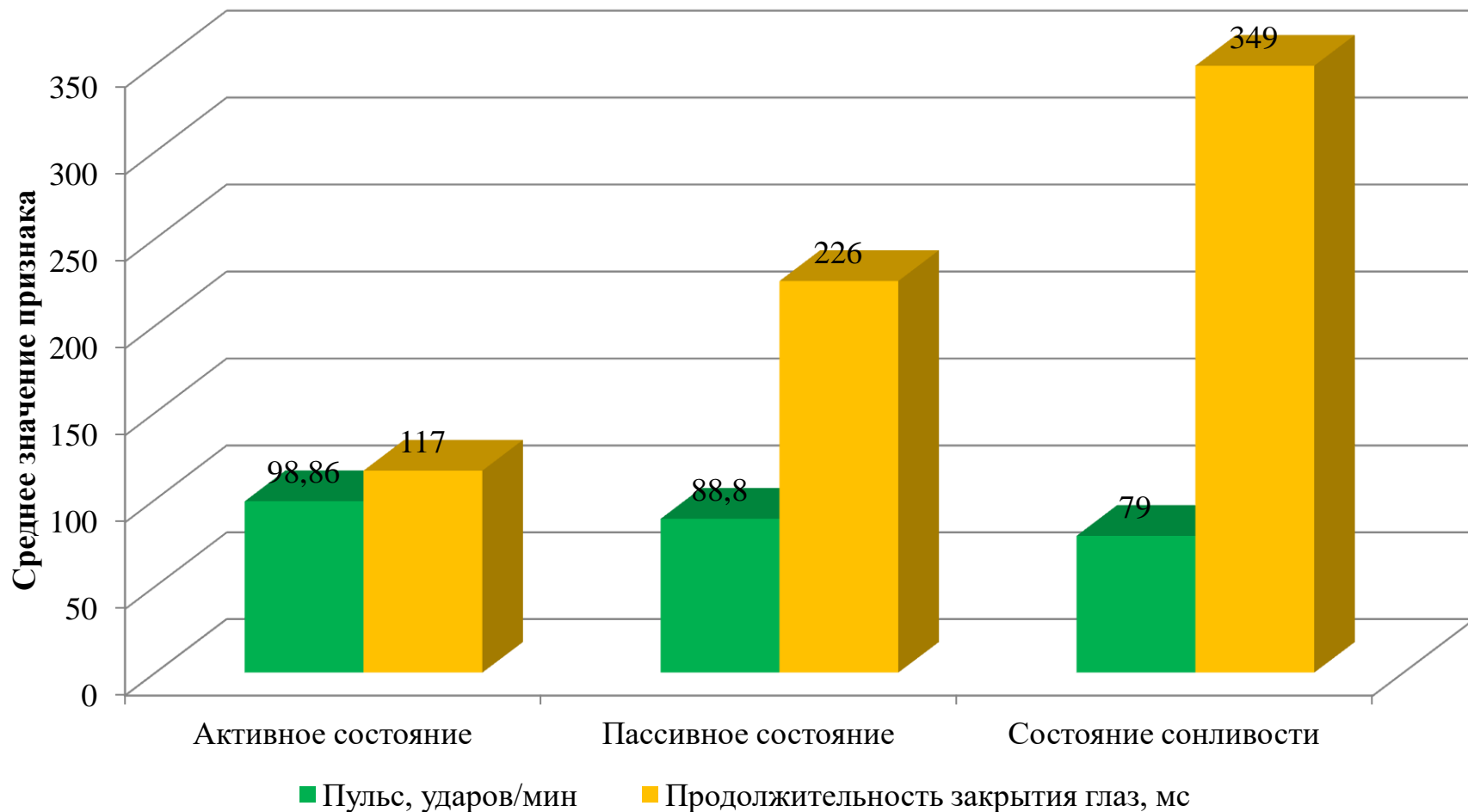
# Продолжительность закрытия глаз при моргании в условиях монотонии



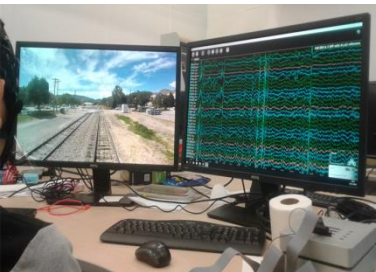
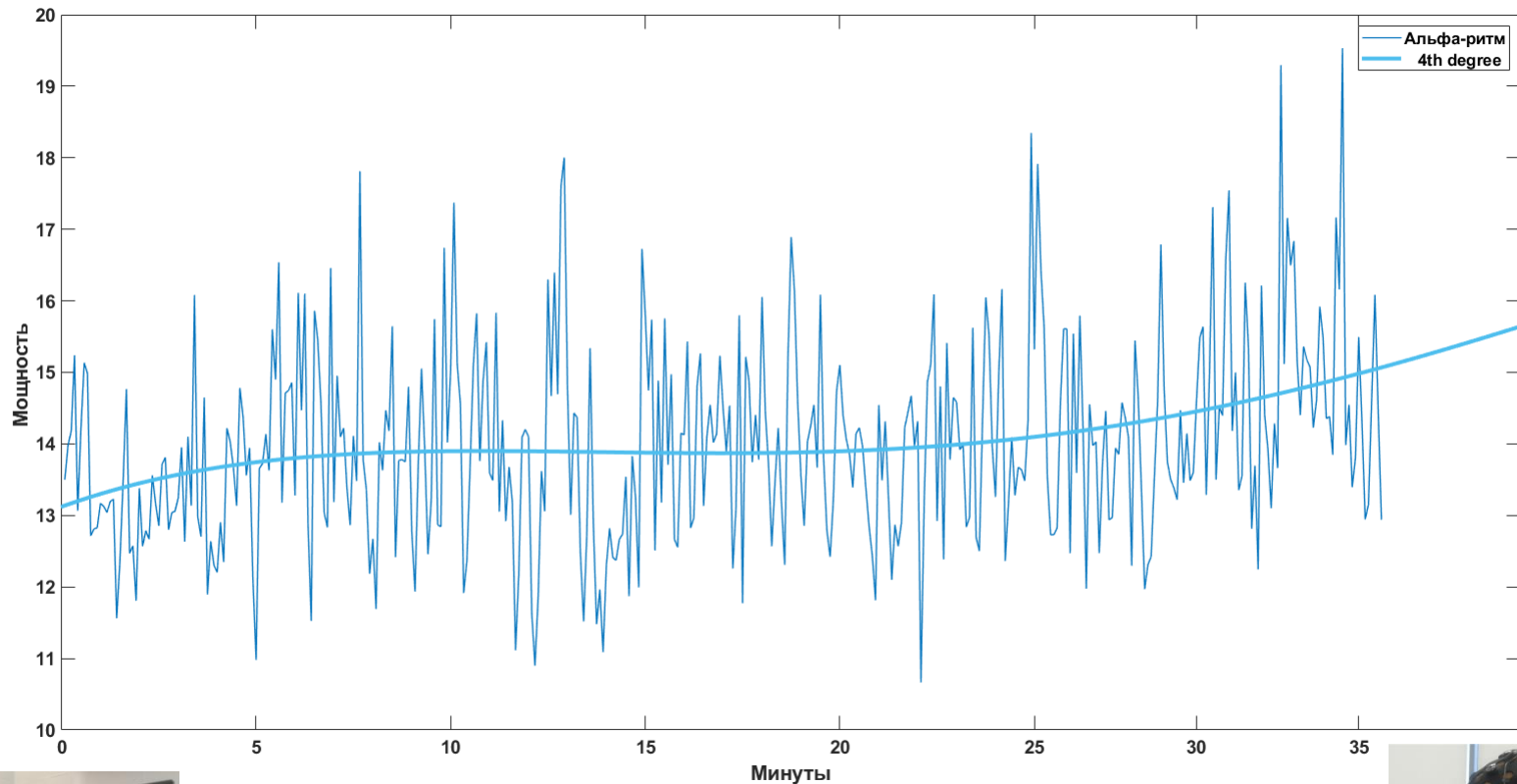
— Продолжительность закрытия глаз, мс



# Средние значения пульса и продолжительности закрытия глаз в разных состояниях



# Динамика сигнала ЭЭГ (мощность альфа-ритма)



# Логика работы устройства

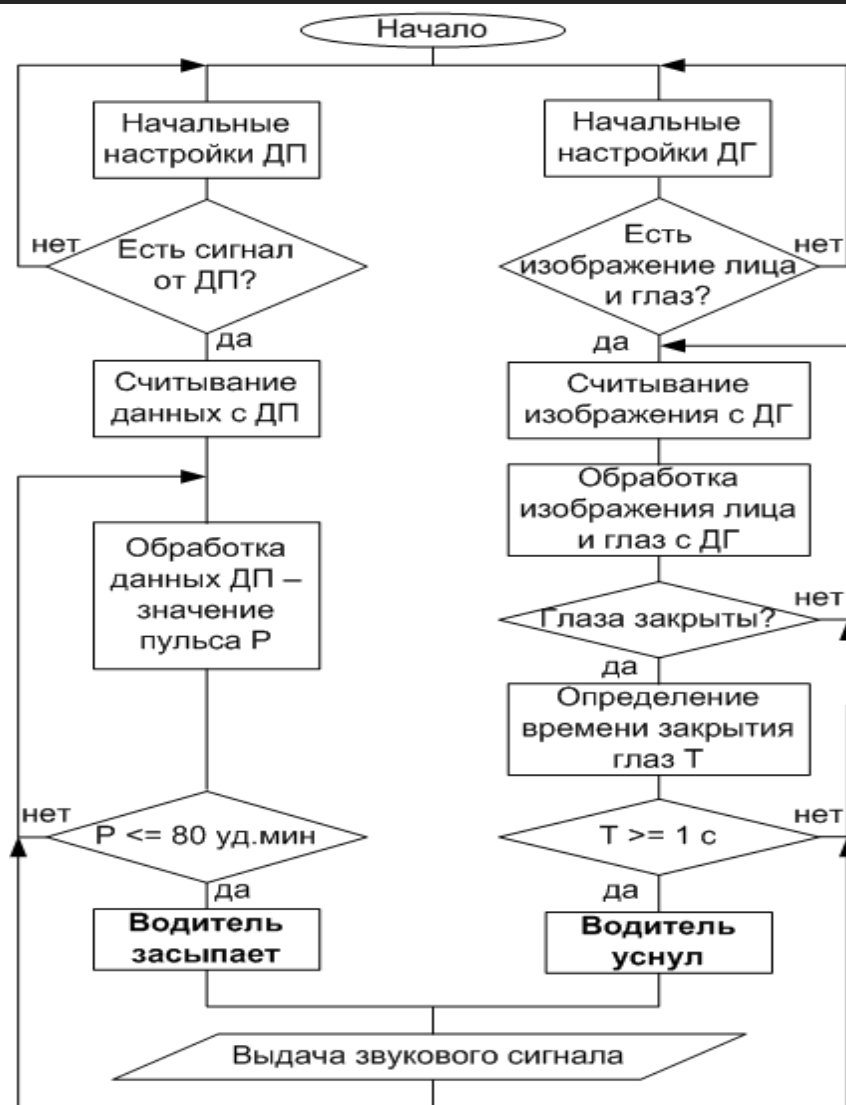
На основе исследований в работе предложен **комплексный подход** контроля состояния монотонии.

В основу функционирования устройства положены следующие особенности человеческого организма:

- 1) **уменьшение частоты пульса при засыпании;**
- 2) **закрывание глаз в состоянии сна.**

В системе предлагается контролировать **два параметра**:

- 1) **пульс** - для оценки состояния водителя, предшествующего сну: усталости и сонливости водителя;
- 2) **состояние глаз** (открыты или закрыты) с быстродействием меньше секунды - для оценки состояния сна водителя.



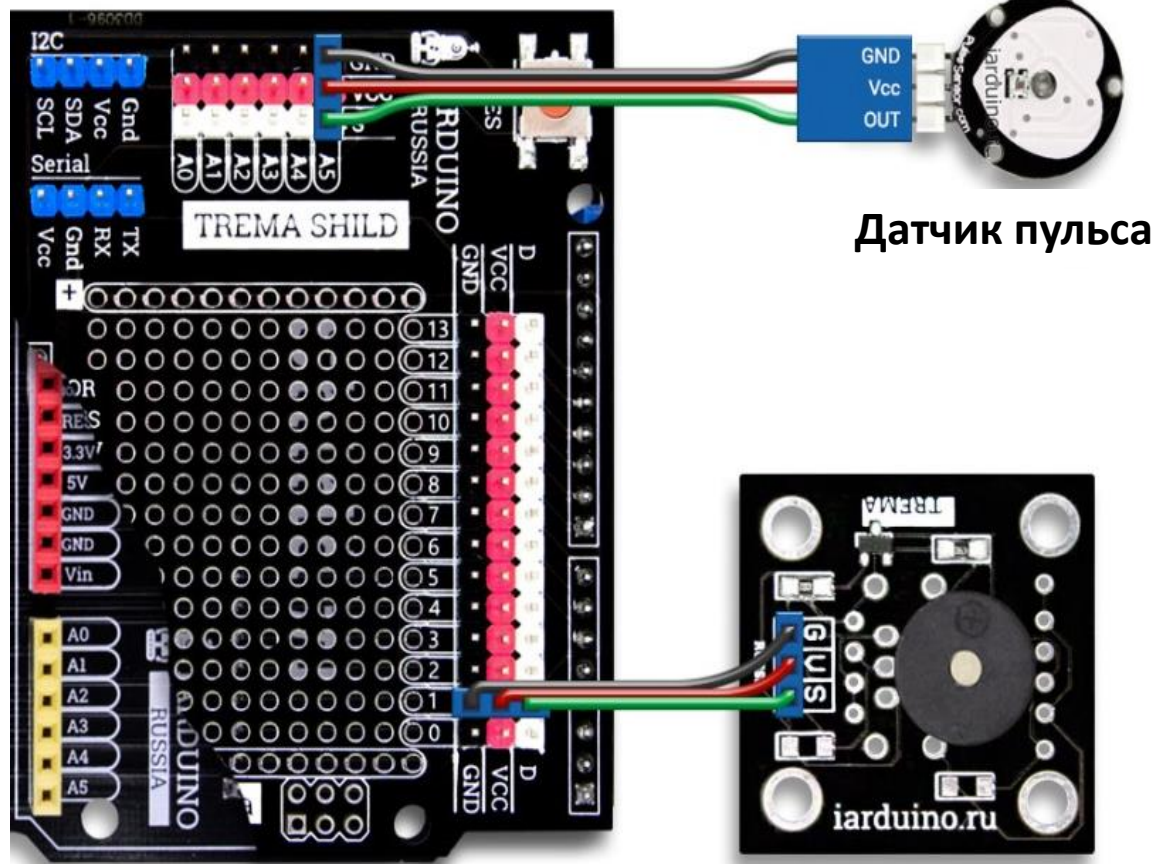
ДП- датчик пульса

ДГ- датчик глаз

# Схема подключения датчика пульса к Arduino

USB-кабель к ПК

Сверху: Trema Shield



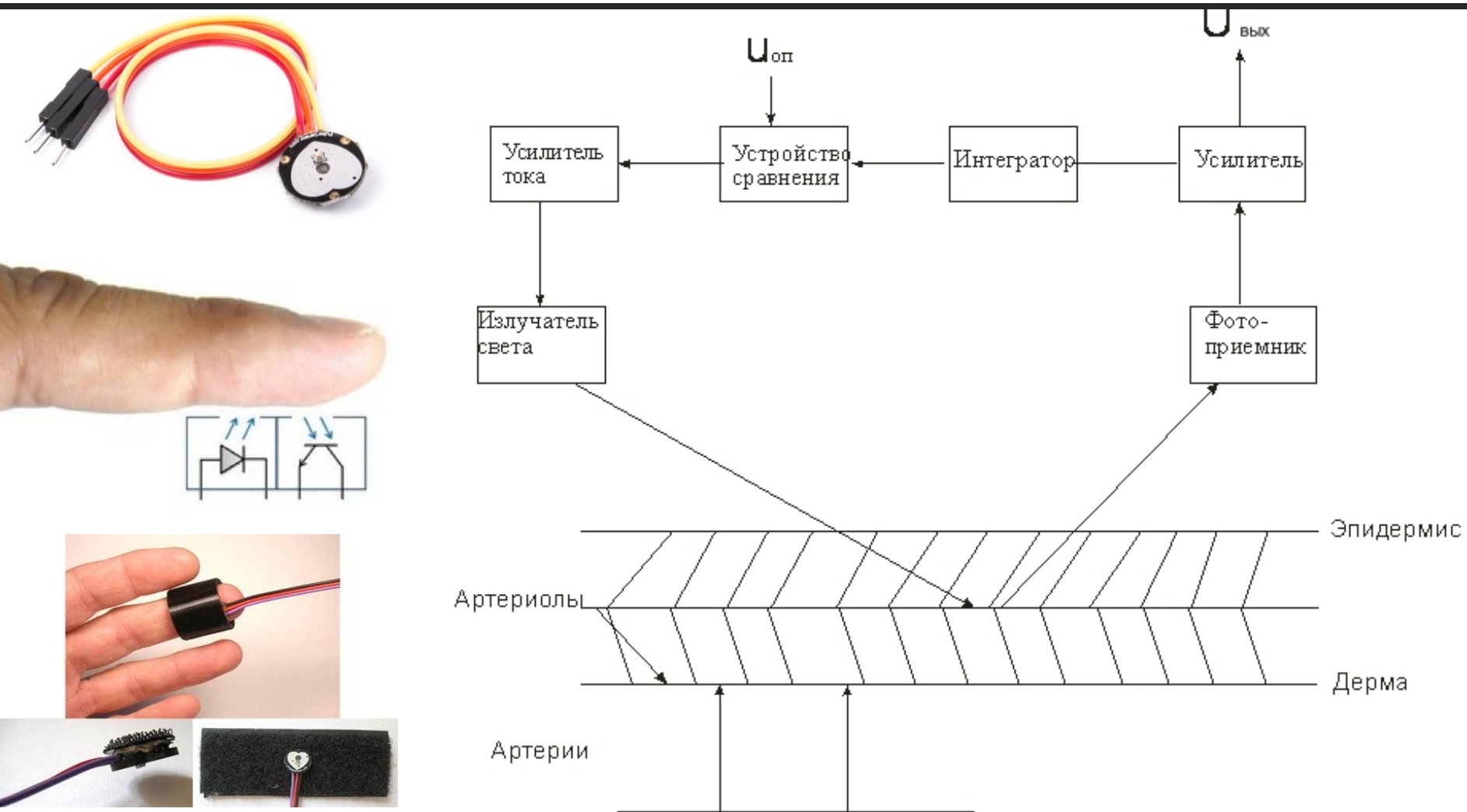
Датчик пульса

фото

Снизу: Arduino Uno R3

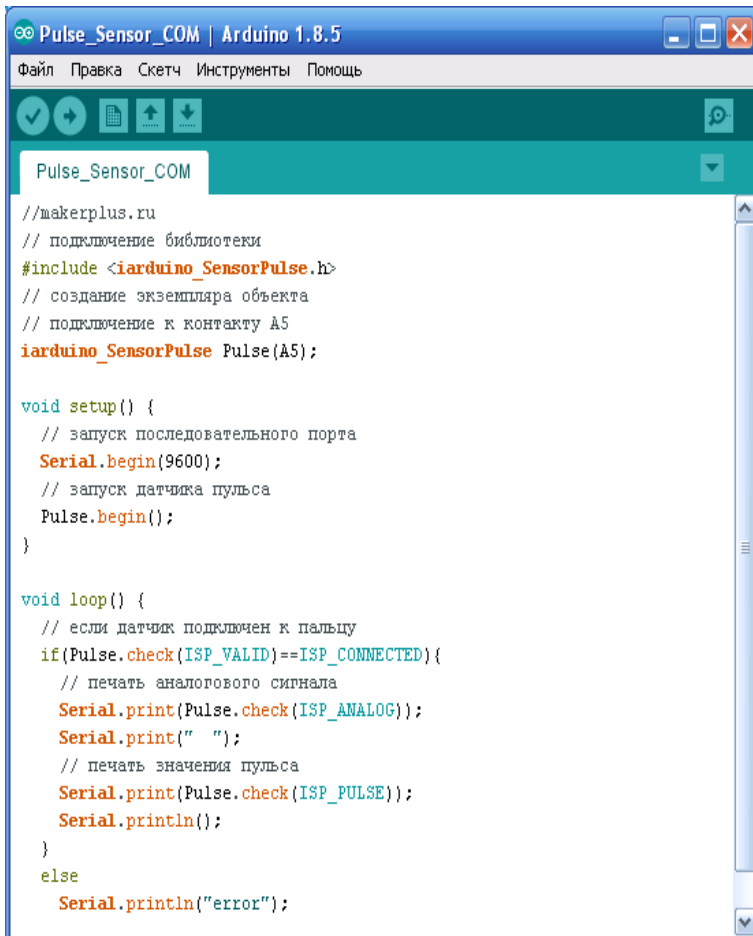
Trema Зумер

# Принцип работы датчика - Фотоплетизмография



Технические характеристики: напряжение питания - 5 В; ток потребления - 4 мА.

# Программная часть



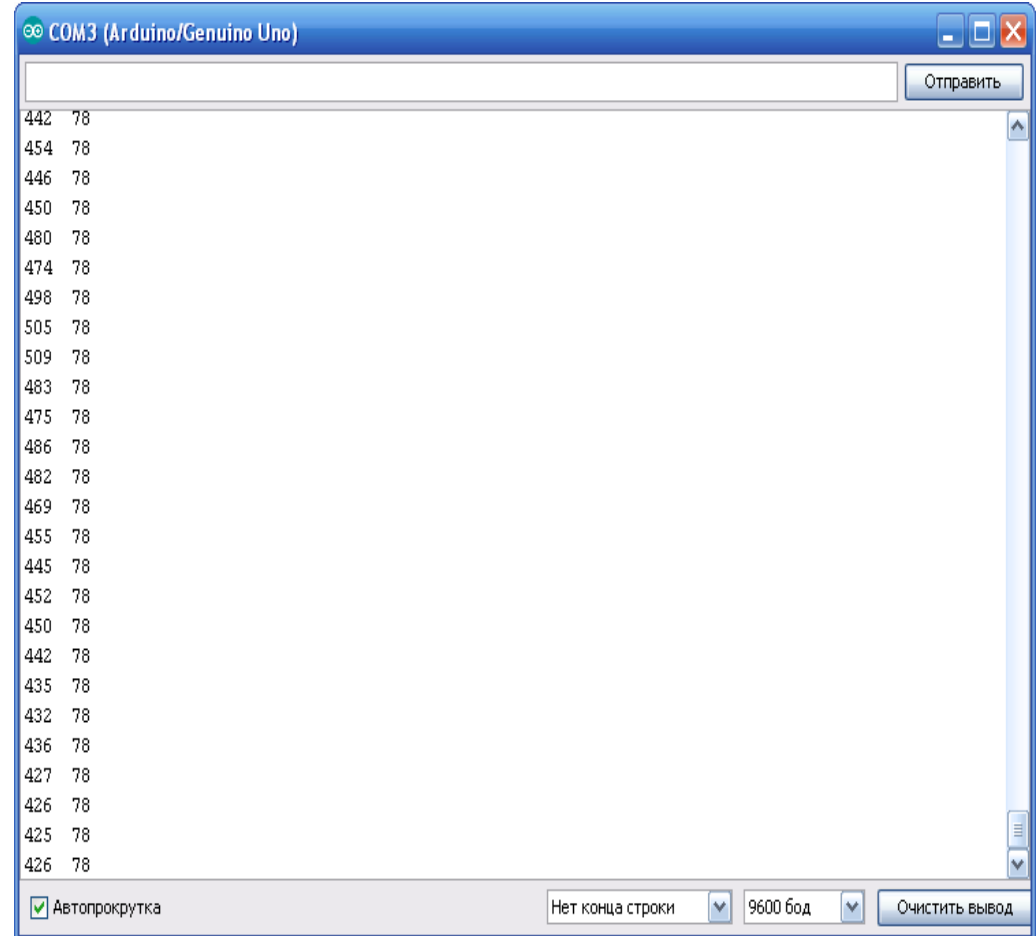
```
Pulse_Sensor_COM | Arduino 1.8.5
Файл  Правка  Скетч  Инструменты  Помощь

Pulse_Sensor_COM

//makerplus.ru
// подключение библиотеки
#include <iarduino_SensorPulse.h>
// создание экземпляра объекта
// подключение к контакту A5
iarduino_SensorPulse Pulse(A5);

void setup() {
  // запуск последовательного порта
  Serial.begin(9600);
  // запуск датчика пульса
  Pulse.begin();
}

void loop() {
  // если датчик подключен к пальцу
  if(Pulse.check(ISP_VALID)==ISP_CONNECTED){
    // печать аналогового сигнала
    Serial.print(Pulse.check(ISP_ANALOG));
    Serial.print(" ");
    // печать значения пульса
    Serial.print(Pulse.check(ISP_PULSE));
    Serial.println();
  }
  else
    Serial.println("error");
}
```



```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)
Отправить

442 78
454 78
446 78
450 78
480 78
474 78
498 78
505 78
509 78
483 78
475 78
486 78
482 78
469 78
455 78
445 78
452 78
450 78
442 78
435 78
432 78
436 78
427 78
426 78
425 78
426 78

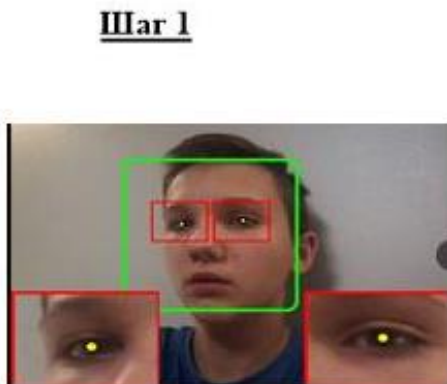
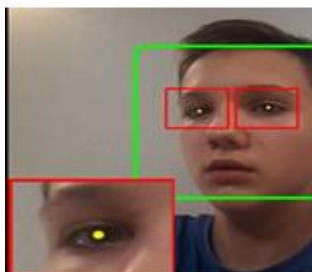
 Автопрокрутка
Нет конца строки  9600 бод  Очистить вывод
```

**Arduino: 1.8.5 (OS Windows) – создание скетча и прошивка платы  
Скетч и результаты записи показаний датчика пульса в компьютер**



# Алгор

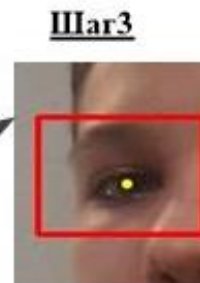
1



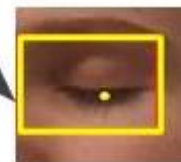
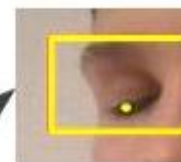
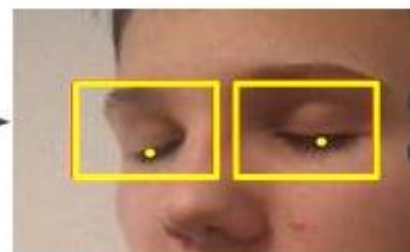
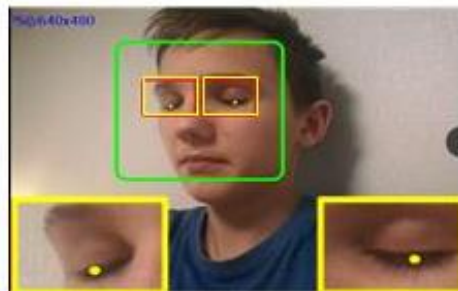
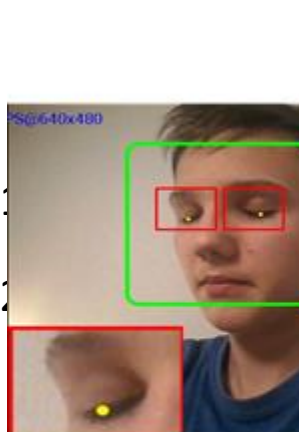
Шаг 1: исходное изображение -  
обнаружение лица



Шаг 2: изображение области глаз - разделение областей для  
правого и левого глаза отдельно



Шаг 3: изображение глаз - определение закрытого/ открытого глаза  
по факту обнаружения зрачка глаза



**Алгоритм работы макета устройства  
контроля закрытия глаз**

**Благодарю за внимание!**