**Система спасения утопающих**

*Антонова А.С.*

*Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы “Школа №853”,г.Москва, г.Зеленоград, Россия,*

*Email:* [*Antonova-alina-2008@yandex.ru*](mailto:Antonova-alina-2008@yandex.ru)

**Drowning rescue system**

**Antonova A.S.**

*Moscow State Budget Educational Institition “School №853”*

*Moscow, Zelenograd, Russia*

**Аннотация**

Каждый год на водоемах в результате несчастных случаев погибает множество людей. Причиной трагедий традиционно становится пренебрежение правилами безопасности, поэтому обеспечение комплексной безопасности является актуальной проблемой на сегодня. Целью проекта было создать компьютерное оборудование, использующее код, который обрабатывает информацию с камер об отдыхающих и посылает сигнал спасателю в том случае, если наблюдаемый объект долго находится под водой или заплывает в недопустимую зону. Применение этого устройства поможет снизить опасность на водных объектах за счет постоянного наблюдения за отдыхающими, а также позволит контролировать большее количество людей и больший объем территории, чем может обыкновенный спасатель, разработка упростит и оптимизирует их работу.

**Abstract**

Every year, many people die in accidents on reservoirs. Tragedies are traditionally caused by disregard for safety regulations, so ensuring comprehensive safety is an urgent problem today. The goal of my project was to create computer equipment using code that processes information from cameras about vacationers and sends a signal to a lifeguard if the observed object is underwater for a long time or swims into an unacceptable area. The use of this device will help reduce the danger on water bodies by constantly monitoring vacationers, and will also allow you to control more people and a larger area than an ordinary lifeguard can, the development will simplify and optimize their work.

**Ключевые слова:** умная камера; комплексная безопасность; оповещение спасателей.

**Keywords:** smart camera; comprehensive security; rescue alert.

Технологии, связанные с современной вычислительной техникой и радиоэлектроникой, делают нашу жизнь более технологичной, комфортной и безопасной, позволяют оптимизировать задачи, стоящие перед различными профессиями и специалистами. В процессе обучения мы накапливаем теоретический опыт, который необходимо реализовать на практике, выбранная тема является важной и актуальной. Применяя полученные знания, мы создаем оборудование полезное обществу и учимся применять в жизни полученные нами навыки.

Каждый год на водоемах в результате несчастных случаев погибает множество людей. Только за прошедший год вода унесла жизни 2,2 тысяч человек, что лишь на 4% меньше, чем за предыдущий год [12]. Причиной трагедий традиционно становится пренебрежение правилами безопасности, поэтому обеспечение комплексной безопасности является актуальной проблемой на сегодня. Из-за наполненности пляжей спасатели не всегда успевают оказать помощь пострадавшим или даже заметить угрозу жизни отдыхающего, что часто приводит к несчастным случаям.

Проблемой, решаемой в проекте, является пренебрежение отдыхающими техникой безопасности и ограниченные возможности спасателей при контроле за всеми отдыхающими.

**Целью работы было с**оздание компьютерного оборудования, использующего код, который обрабатывает информацию с камер об отдыхающих и посылающего сигнал спасателю в том случае, если наблюдаемый объект долго находится под водой или заплывает в недопустимую зону (зону за буйками).

Созданная в рамках проекта система безопасности на водных объектах разработана с целью защиты людей от различных опасностей, связанных с водными средами.

**Основные компоненты этой системы включают:**

* + Обучение и информирование: Организация образовательных программ для населения, которые охватывают основные правила безопасности на воде, поведение в экстренных ситуациях и основы плавания.
  + Мониторинг и диагностика: Современные технологии, такие как датчики температуры, уровень воды и движение, используются для контроля состояния водоемов. Это позволяет своевременно реагировать на изменения, которые могут представлять опасность.
* Спасательное оборудование: Оснащение пляжей и водоемов спасательными кругами, буйками и жилетами, а также регулярный контроль их состояния и доступности.
* Спасательные службы: Создание профессиональных команд спасателей с необходимыми навыками для оказания помощи и реагирования на инциденты.
* Регулирование доступа: Установление правил о том, где и когда можно находиться на воде, а также ограничение доступа к опасным участкам, например, вблизи сильных течений.
* Чрезвычайные ситуации: Разработка планов действий на случай аварий и катастроф, чтобы быстро и эффективно реагировать на происшествия, происходящие на водных объектах.
* Превентивные меры: Проведение мероприятий по очистке водоемов и регулярные проверки безопасности, чтобы минимизировать риски для отдыхающих.

Эта комплексная система помогает снизить количество несчастных случаев и создать безопасные условия для людей, проводящих время на водных объектах.

## Рассмотрим основные элементы, которые позволили создать систему.

## 1.Одноплатный компьютер Raspberry Pi

Компьютер представляет собой малый, недорогой компьютер, который разработан для образовательных целей и использования в различных проектах. Он отличается компактными размерами и мощной функциональностью.

**Основные характеристики и возможности Raspberry Pi:**

* Архитектура: Raspberry Pi обычно основан на архитектуре ARM и включает в себя процессор, память, интерфейсы ввода-вывода, графический процессор и возможность подключения к сети (см.рис.1).
* Низкая стоимость: Одной из причин популярности Raspberry Pi является его доступная цена, что делает его идеальным для образовательных проектов и хобби.
* Гибкость: Из-за большого количества доступных интерфейсов (USB, HDMI, GPIO и других) Raspberry Pi можно использовать для различных задач, от создания медиацентра до программирования робототехники.
* Поддержка различных операционных систем: Raspberry Pi может работать на различных ОС, включая Raspbian (официальная версия Linux), Windows 10 IoT и другие, что делает его универсальным средством для разработки.



Рис.1. Raspberry Pi 3 B+

2. Необходимые библиотеки и среды разработки для программы. **Изначально были использованы:**

**Python** — универсальный язык программирования, который востребован в разных сферах, от аналитики данных и машинного обучения до веб-разработки и алготрейдинга.

**Pip (Python Package Installer)** — менеджер пакетов для установки и управления библиотеками и зависимостями в Python. С его помощью можно быстро устанавливать пакеты из центрального источника, как правило, из Python Package Index (PyPI).

**OpenCV (Open Source Computer Vision Library)** — открытая библиотека для работы с алгоритмами компьютерного зрения, машинным обучением и обработкой изображений. Библиотека включает в себя более 2500 алгоритмов для обработки изображений и видео.

**NumPy (Numerical Python extensions)** — библиотека Python, которая упрощает работу с массивами данных. Она позволяет выполнять с этими данными сложные математические операции быстрее, чем со стандартными инструментами Python.

**Imutils** — серия удобных функций для упрощения базовых операций с изображениями. К ним относятся перевод, поворот, изменение размера, скелетизация, отображение изображений Matplotlib, сортировка контуров, обнаружение рёбер и многое другое. Библиотека работает с OpenCV и с Python 2.7, и с Python 3.

**Dlib** — кроссплатформенная библиотека программного обеспечения общего назначения, написанная на языке программирования C++.

Для первой версии кода использовались вышеперечисленные библиотеки, но в **конечной версии** использовались среда разработки Python, менеджер пакетов pip, Opencv, Numpy, а также несколько дополнительных библиотек:

**Time** — часть стандартной библиотеки Python, которая предоставляет функции для работы с датами.

**RPi.GPIO** — модуль на языке Python, который предназначен для управления каналами GPIO в мини-компьютере Raspberry Pi. С помощью GPIO можно собирать данные с разных датчиков, управлять двигателями, силовыми ключами.

## Рассмотри основные этапы создания системы.

## 1. Установка операционной системы и библиотек.

1) Для установки операционной системы нам понадобится microSD, картридер для microSD и компьютер с установленной программой Raspberry Pi Imager. В соответствии параметрами нашего одноплатного компьютера выбираем ОС и создаем учетную запись (ее желательно создать при установке ОС, т.к. это упрощает дальнейшую работу), ждем скачивания ОС на microSD, далее ставим microSD в Raspberry Pi и устройство готово к дальнейшей работе.

2) В командной строке компьютера сперва необходимо обновить ОС при помощи команд

*sudo apt update*   
 *sudo apt upgrade*   
3) Следующим шагом устанавливаем компоненты, среду разработки и менеджер пакетов для дальнейшей установки библиотек и работы кода:

*sudo apt-get install libhdf5-dev libhdf5-serial-dev libhdf5-103*   
 *sudo apt-get install libqt5gui5 libqt5webkit5 libqt5-test5*   
 *sudo apt-get install libatlas-base-dev*   
 *sudo apt-get install libjasper-dev*   
 *sudo apt install python3*   
 *sudo apt install python3-pip*

4) После всех вышеперечисленных шагов переходим к установке нужных нам библиотек:

5) *sudo pip3 install numpy*   
 6) *sudo pip3 install opencv*

7) Также был установлен пакет virtualenv*(sudo apt-get install virtualenv)* для создания [виртуальной среды, в нее были установлены](https://github.com/prepkg/dlib-raspberrypi/releases/latest/download/dlib_64.deb) [библиотеки](библиотеки()) dlib*(wget* [*https://github.com/prepkg/dlib-ras*](https://github.com/prepkg/dlib-ras)[*pberrypi/releases/latest/download/dlib\_64.deb*](https://github.com/prepkg/dlib-raspberrypi/releases/latest/download/dlib_64.deb) *sudo apt* [*install -y ./dlib\_64.deb)*](https://github.com/prepkg/dlib-raspberrypi/releases/latest/download/dlib_64.deb) и [imutils*(sudo pip3 install imutils)*](https://github.com/prepkg/dlib-raspberrypi/releases/latest/download/dlib_64.deb).

8) Для подключения радиодеталей к компьютеру установим модуль для управления каналами GPIO

*sudo apt-get install python3-rpi.gpio*   
**2. Написание программного кода для подсчета людей**

Изначально, для понимания принципа работы кода и для написания начальной его версии мы прибегли к использованию интернет-ресурсов.

**Для работы этого софта использовалось два основных каталога (см.рис.2):**

1) **MobileNet Single Shot Detector (SSD)** — это технология, которая помогает компьютерам "видеть" и находить объекты на изображениях или видео. **Она сочетает в себе две ключевые части:**

1.1. MobileNet — это легкая и быстрая нейронная сеть, которая обучена распознавать разные объекты, но сама по себе не может точно сказать, где они находятся на изображении.

1.2. Single Shot Detector (SSD) — это метод, который добавляет к MobileNet возможность не только распознавать объекты, но и находить их местоположение.

2) **Pyimagesearch** - этот модуль содержит алгоритм отслеживания центроида. В нем содержится два класса: вычисление центроида объекта и отслеживание этого объекта.

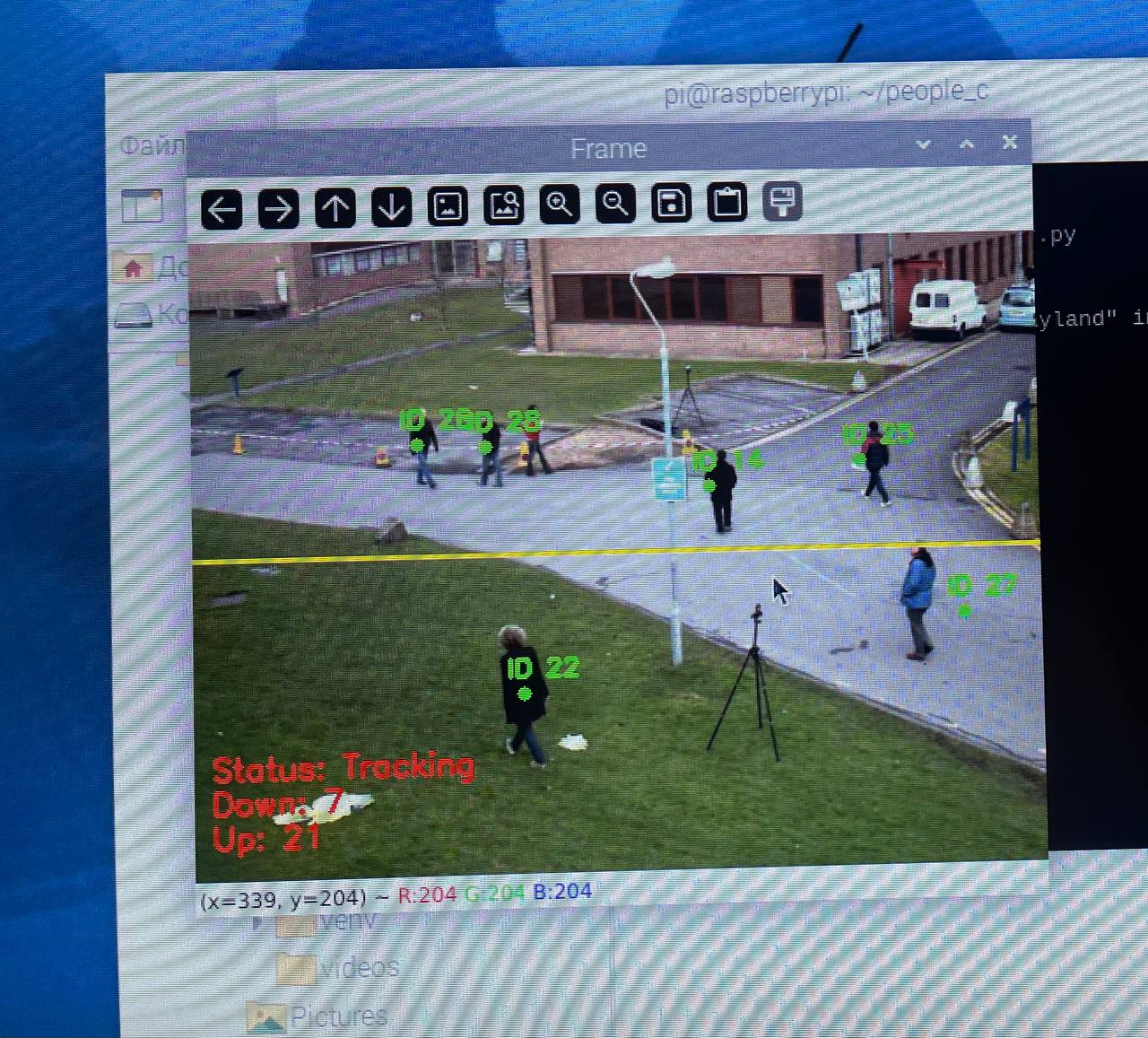
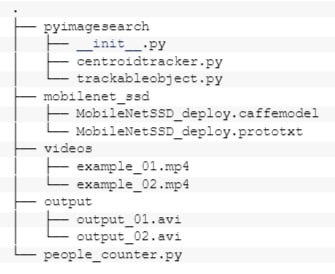


Рис.2. Структура кода и запуск программы на видео

Также помимо основных каталогов можно прописать путь к видеопотоку с камеры либо к заранее выбранному видео.

После создания всех вспомогательных элементов был создан алгоритм подсчета людей, который содержит в себе вышеперечисленную нейронную сеть и два класса из модуля pyimagesearch. Были заданы необходимые аргументы, которые передают информацию в наш скрипт для подсчета людей и был написан алгоритм, отслеживающий людей и их перемещение в верхней и нижней части видеопотока.С начальной версией программы можно ознакомиться по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/QUbU6l_oHYYHLQ> (Изначальная версия программы).

Для запуска программы необходимо ввести в командную строку следующие команды:

*cd people\_c*

*source venv/bin/activate*

*python people\_counter.py*

## Обучение и отладка программы на видео, добавление условий

После того как был написан основной код, в него следовало добавить условия, которые требовались для выполнения поставленной цели:

1) Контроль выплывающих за буйки: если человек, вышел за определенную линию (в зону за буйками), программа подает сигнал на разъем GPIO 27 и загорается красный светодиод.

2) Если человек находится под водой больше нормы по времени, около 60 секунд, система также сигнализирует об этом на разъем GPIO 22 и загорается синий светодиод.

3) Два этих условия обнуляются при нажатии на кнопку (т.е. в случае предупреждения спасателя об угрозе).

Было изменено видео (в конечной версии кода будет использоваться видеопоток с камеры) для отладки на более подходящее по ситуации для более точной реализации поставленной цели, а также мы заменили обученную модель ИИ на более мощную - YOLOv4-tiny(инициализация классов с ней прописана не в самом коде, а в отдельном файле), потому что MobileNet Single Shot Detector (SSD) не предназначена для обнаружения людей в воде. В остальном логика программы практически соответствует изначальной. С финальной версией программы и видеоматериалом ее запуска можно ознакомиться по ссылке: <https://disk.yandex.ru/d/yco5bvdHkarQjQ> (Финальная версия программы и видеоматериал его запуска).

## 3. Подключение к компьютеру радиодеталей и камеры, печать и сборка деталей корпуса камеры

В соответствии с условиями, прописанными в конечном коде, на разъемы Raspberry Pi была собрана схема, состоящая из двух светодиодов, двух резисторов на 220Ом, кнопки и резистора на 10кОм, она представлена на рис.3.

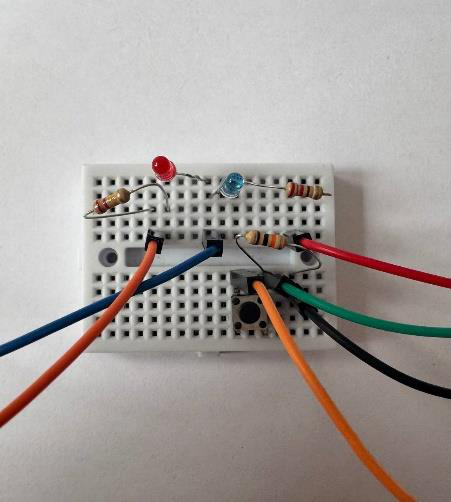
. 

Рис. 3. Схема Рис.4. Сборка штатива камеры

Затем мы изучили метод подключения камеры к одноплатному компьютеру и метод ее вызова через командную строку, после в программе был прописан путь к видеопотоку камеры и проведено тестирование работы программы. Был поставлен отдельный монитор с видео напротив камеры и оценено качество работы алгоритма, все работает исправно согласно условию поставленной задачи.

Для того, чтобы камера могла фиксироваться в любом положении, мы распечатали на 3D принтере детали для ее корпуса(основание для крепления ножки; верхняя и нижняя ножки камеры; зажимной винт для их соединения; фокусное кольцо; передняя, средняя, задняя корпуса камеры; внешний корпус камеры), обработали, подогнали все детали корпуса и собрали. Полная конструкция и детали по отдельности представлены на рис. 4.

## 4. С краткой инструкцией по работе с полученным оборудованием и программным продуктом можно ознакомиться по ссылке https://disk.yandex.ru/i/aBldMWK3gLpRgA

В ходе работы над проектом была достигнута поставленная цель, которая заключалась в создании компьютерного оборудования, использующего код, который обрабатывает информацию с камер об отдыхающих и посылает сигнал спасателю в случае критической ситуации.

На сегодня во все сферы жизнедеятельности, предоставление услуг и бизнеса внедряется автоматизация и система администрирования процессов на уменьшение влияния человеческого фактора. Повышение надежности систем и увеличение их производительности. В связи с чем применение данного проекта актуально.

Данный проект является пилотной моделью, которая может быть применена в МЧС в рамках федерального закона №151 – ФЗ “Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей” пункт 7. При доработке и расширении данной модели возможно применение на любых водных объектах, поэтому создание модульной системы и использование более производительной вычислительной техники в данной разработке может быть предложено к реализации на государственном уровне.

# Используемые источники

1) Raspberry Pi Documentation. Характеристики, помогавшие с выбором модели Raspberry Pi. -URL: <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html> (дата обращения: [[20.11.2025]).](https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html)

[2)](https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html) Raspberry Pi Software. Операционная система для Raspberry Pi. -URL: <https://www.raspberrypi.com/software/> (дата обращения: [20.11.2025]).

3) Raspberry Pi Documentation. Инструкция по установке ОС при помощи Raspberry Pi Imager.- URL: <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/getting-started.html#installing-the-operating-system> [(дата обращени](https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/getting-started.html#installing-the-operating-system)я: [08.02.2025]).

[4)](https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/getting-started.html#installing-the-operating-system) Moodle TalTech. Команды терминального окна для Raspberry Pi. - URL: <https://moodle.taltech.ee/mod/book/view.php?id=218445&chapterid=6553> (дата обращения: [[30.012.2025]).](https://moodle.taltech.ee/mod/book/view.php?id=218445&chapterid=6553)

5) PyImageSearch. Первоначальный вариант программы подсчета людей. -URL: <https://pyimagesearch.com/2018/08/13/opencv-people-counter/> (дата обращения: [08.02[.2025]).](https://pyimagesearch.com/2018/08/13/opencv-people-counter/)

6) Thingiverse. Детали для держателя камеры. -URL: <https://www.thingiverse.com/thing:4334547> (дата обращения: [28.11.2025]).

7) Wiki Amperka. Подключение и настройка модуля камеры для Raspberry Pi. -URL: <https://wiki.amperka.ru/articles:raspberry-pi-camera-guide> (дата обращения: [14.01[.2025]).](https://wiki.amperka.ru/articles:raspberry-pi-camera-guide) MyRaspberry. Распиновка GPIO Raspberry Pi. URL: <https://myraspberry.ru/raspinovka-raspberry-pi.html> (дата обращения: [03.01.2025]).

[9)](https://myraspberry.ru/raspinovka-raspberry-pi.html) Ph0en1x. Схемы для присоединения кнопки и индикаторов к компьютеру. -URL: <https://ph0en1x.net/86-raspberry-pi-znakomstvo-s-gpio-perekluchatel-i-svetodiod.html#led-and-switch-right-and-wrong-connections> (дата обращения: [[28.01.2025])](https://ph0en1x.net/86-raspberry-pi-znakomstvo-s-gpio-perekluchatel-i-svetodiod.html#led-and-switch-right-and-wrong-connections)

10) ElectroDoc Pro. Справочник для разработчика электроники. -URL: <https://apps.apple.com/ru/app/electrodoc-pro/id1146647134> (дата обращения: [28.01[.2025]).](https://apps.apple.com/ru/app/electrodoc-pro/id1146647134)

11) Набаткина К. Забыли про буйки: за лето в России утонуло более 2 тысяч человек..- URL: <https://iz.ru/1758141/kseniia-nabatkina/zabyli-pro-buiki-za-leto-v-rossii-utonuli-bolee-2-tysiach-chelovek> (дата обращения: [12.02.2025]).

**12) Федеральный закон № 151-ФЗ "Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей"** // Официальный сайт ГУ МЧС России по г. Москве.- URL: <https://92-mchs-gov-ru.turbopages.org/92.mchs.gov.ru/s/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/otdel-organizacii-pozharotusheniya-i-provedeniya-avariyno-spasatelnyh-rabot/zakonodatelnye-akty/federalnyy-zakon-151-fz-ob-avariyno-spasatelnyh-sluzhbah-i-statuse-spasateley> (дата обращения: [15.02.2025]).