

**Всероссийский конкурс научно-технических проектов «Большие вызовы»**

**Направление:** Умный город и безопасность

**Тема проекта:** Устройство слежения за состоянием водителя «NSControl»

Автор работы:

Андреев Алексей Сергеевич,  
Учащийся 10 М класса Лицея № 9,  
телефон- +79221789077  
e-mail: [galo.kamensk@gmail.com](mailto:galo.kamensk@gmail.com)

Руководитель работы:

Киселева Ирина Анелидовна,  
педагог дополнительного образования  
по робототехнике,  
телефон +79193703160  
e-mail: [kia27@mail.ru](mailto:kia27@mail.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ. ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ АНАЛОГОВ .....	6
1.1 Способы отслеживания состояния водителя.....	6
1.2 Аналоги устройств отслеживания состояния водителя .....	6
1.2. Сравнительный анализ .....	9
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ И ОПОВЕЩЕНИЯ ПРИ ЗАСЫПАНИИ NSCONTROL.....	12
2.1. Этапы работы .....	12
2.2. Требования к устройству .....	12
2.3. Аппаратное обеспечение.....	13
2.4. Программное обеспечение .....	14
2.5. Принцип работы устройства.....	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	17
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	19
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Таблица 1. Сравнительный анализ Dunobil Insomnia, Антисон, STEER, Sleep Alert .....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Видеоролик .....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Программный код работы устройства NSControl.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Таблица 2. Сравнительный анализ Dunobil Insomnia, Антисон, STEER, Sleep Alert, NSControl .....	23

## ВВЕДЕНИЕ

Находясь в общественном транспорте или с папой в машине, я обращаю внимание на транспортный поток. В последнее время увеличивается его численность, разновидности. Транспортom управляют люди разных возрастов, стажа и опыта вождения. Ключевой фигурой дорожного движения является водитель, и именно по его вине совершается около трети всех аварий. Ни для кого не секрет, что водитель устаёт за рулём, а иногда и засыпает. Кроме того, в таком состоянии у него ухудшаются восприятие, память, внимательность и т.д. И это **проблема**. Ежегодно в ДТП по этой причине попадает большое количество людей: 350 тысяч людей или 24% в мире, а в нашей стране около 45 тысяч или 27%. Авторы Шиенкова Анна Сергеевна и Подгайный Андрей Михайлович статьи «Состояние усталости за рулем как угроза безопасности дорожного движения» приводят результаты опроса 200 водителей в городе Краснодаре: «Согласно данным проведенного опроса 42 % водителей автомобиля однажды попадали в сложную ситуацию в результате отвлечения. 11 % из них совершили в связи с этим наезд на другой автомобиль. Часто причиной отвлечения были пассажиры и дети в салоне автомобиля, телефонные разговоры и SMS. 16 % водителей автомобилей посылали во время езды SMS, 15 % утверждали, что пытались послать SMS. 14 % водителей автомобиля уже однажды засыпали за рулем, 30 % – «чуть не задремали». Полиции очень сложно определить усталость водителя. Трудность заключается в том, что нет точного определения состояния усталости».

В современном мире «умная» техника приходит на помощь к человеку практически во всех сферах жизни. Не осталась в стороне и обозначенная выше проблема. Уже появились устройства, которые отслеживают состояние водителя за рулём, но далеко не всегда их функционал устраивает потребителей. Поэтому **актуальность** проблемы не вызывает сомнений.

Данная проблема не безразлична и для меня. Мой отец водитель со стажем, большую часть своего рабочего и личного времени находится за рулём, тоже устаёт и засыпает. Он не раз встречался с сильной усталостью, что приводило его к состоянию засыпания. В таких случаях он останавливался и старался отдохнуть или взбудоражить себя.

Так появилась **идея** создания устройства, реагирующего на засыпание или отвлечение водителя, например, на телефон.

Поэтому я решил разработать систему для осуществления этой идеи.

**Цель:** создание прототипа устройства слежения за состоянием водителя, который можно использовать в любом транспортном средстве.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучение литературы и интернет-источников по проблеме засыпания водителя за рулём.
2. Выбор аппаратного обеспечения.
3. Разработка модели и конструирование устройства.
4. Выбор программного обеспечения.
5. Создание программного кода.
6. Тестирование устройства.
7. Анализ результатов и корректировка.

**Гипотеза:** созданное устройство не позволит уснуть или отвлечься водителю за рулём, что в свою очередь должно уменьшить количество дорожно-транспортных происшествий.

**Объект исследования:** устройство обнаружения засыпания человека за рулем и оповещение об этом.

**Предмет исследования:** аппаратное и программное обеспечение (Микрокомпьютер Nvidia Jetson Nano, Visual Studio Code, библиотеки распознавания лиц и объектов (opencv, dlib) и др.).

**Методы исследования:** наблюдение, сравнение, анализ, моделирование, прототипирование, конструирование, программирование, тестирование.

Решением данной проблемы уже занимаются в мире, существуют модели устройств, контролирующие состояние водителя за рулём.

**Новизна** моего устройства NSControl заключается в следующем:

- Логирование скорости движения и местоположения с помощью GPS модуля.
- Организация обратной связи на базе GSM модуля.
- Возможность установки в любое транспортное средство.
- Возможность выноса камеры в зону, определяемую по желанию водителя.
- Использование сенсорных кнопок в качестве элементов управления (управление звуком, калибровки устройства).
- Угол обзора 220°.

**Практическая и научная значимость.**

- Устройство NSControl способно **отслеживать** момент засыпания или несосредоточенности водителя за рулём и оповещать его об этом звуковым сигналом.

– Водитель должен как можно раньше распознать признаки усталости и засыпания. Психологи рекомендуют в таких случаях пользоваться методами, позволяющие быстро

отдохнуть, например, сделать остановку и вздремнуть. Звуковой сигнал моего прибора может вовремя предупредить водителя о таком моменте.

– Моё устройство способно отслеживать местоположение и скорость транспортного средства. Если водитель не реагирует на звуковой сигнал и продолжает движение, система автоматически оповещает экстренную службу о данной ситуации.

– Данную систему можно применять в **большинстве** транспортных средств: железнодорожном, водном, автомобильном, воздушном.

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ. ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ АНАЛОГОВ

### 1.1 Способы отслеживания состояния водителя

Прежде чем приступить к воплощению своей идеи, необходимо изучить способы отслеживания состояния водителя за рулём и существующие в настоящее время аналоги систем.

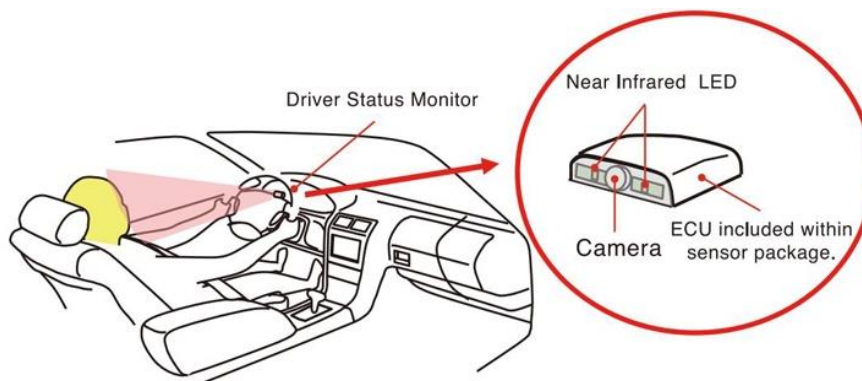


Рис. 1. Система отслеживания состояния водителя

Большинство систем, предотвращающих засыпание за рулем, осуществляют мониторинг состояния водителя в реальном времени и предупреждают его об усталости, анализируя изображение лица путём получения данных с камеры, определения ключевых точек на лице, направления взгляда и частоты морганий.

У некоторых моделей способ отслеживания заключается в мониторинге состояния сердечно-сосудистой системы человека. Такие устройства снабжены регистратором ЭКГ и реограммы, электроды которого интегрированы в руль транспортного средства.

Многие известные производители пытаются создать свои системы отслеживания состояния водителя, где решающим фактором являются способы ведения мониторинга. Любопытно, что Audi, Porsche и Jaguar Land Rover, похоже, быстро отказались от разработки систем мониторинга после первых попыток. Колин Барнден, ведущий аналитик из Semicast Research, сказал, что «систему мониторинга водителей невероятно легко сделать плохо». Также он отметил, что «просто не понимает почему мы так долго не осознавали важность систем мониторинга водителей и потребность в них».

### 1.2 Аналоги устройств отслеживания состояния водителя

Я просмотрел большое количество видеороликов на сайтах производителей, познакомился с отзывами на форумах автолюбителей, обсудил с знакомыми, которые пользуются устройствами отслеживания. Патентов на данные системы в настоящее время немного. Анализируя устройства, я определял назначение, принцип работы, выделял достоинства и недостатки. Вот анализ некоторых из них.

1. Одно из наиболее функциональных устройств - **Dunobil Insomnia**.

- Назначение: предотвращать засыпание за рулем.
- Принцип работы: предупреждение водителя об усталости за счет получения изображения лица, обнаружение глаз, определение направления взгляда и частоты морганий.
- Достоинства: лёгкая и надёжная установка, точное отслеживание.
- Недостатки: отсутствие GPS логирования, угол обзора  $60^{\circ}$



Рис. 2. Dunobil Insomnia

2. Устройство под названием «**Антисон**» (страна производитель Китай) выполнено в виде наушника, реагирующего на наклон головы.

- Назначение: предотвращать засыпание за рулем.
- Принцип работы: оповещение водителя об усталости путём отслеживания наклона головы.
- Достоинства: доступная цена, лёгкий и удобный наушник, который хорошо сидит на ухе и не мешает.
- Недостатки: большим минусом является то, что до момента засыпания и наклона головы может пройти большое количество времени, что может также привести к дорожно-транспортному происшествию. Техническим недочетом является то, что устройство срабатывает только при наклонах вперед.



Рис. 3. «Антисон» в действии



Рис. 4. «Антисон»

### 3. Ещё известен аналог «**Attention Assist**» от компании Mercedes

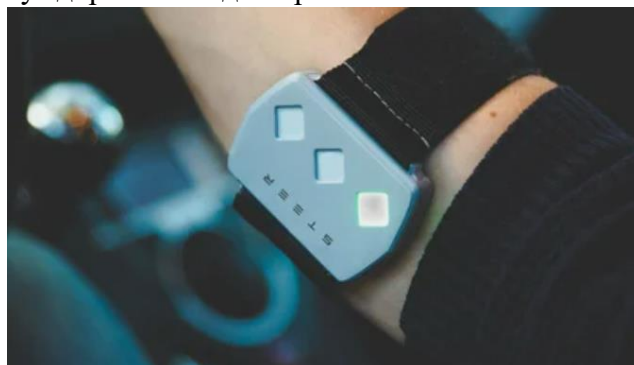
- Назначение: предотвращать засыпание за рулем.
- Принцип работы: отслеживание манеры вождения водителя (сила нажатия на педали, реакция на состояние дорожного покрытия и др.).
- Достоинства: система постоянно анализирует манеру вождения и движения рулевого колеса.
- Недостатки: высокая стоимость, сложность внедрения, узкая линейка автомобилей и невозможность работы на машинах другой марки.



*Рис. 5. Attention Assist от компании Mercedes*

4. Существуют также система, состоящая из браслетов и перстней. В качестве примеров можно привести такие устройства как браслет «**STEER**» от компании Creative Mode из Латвии.

- Назначение: предотвращать засыпание за рулем.
- Принцип работы: отслеживание частоты сердечных ритмов и проводимости кожи.
- Достоинства: простота работы и установки, высокая длительность использования.
- Недостатки: недостаточная точность определения засыпания, так как сопротивление кожи зависит от многих факторов: состояние эпидермиса (сухая или чистая, если же на коже есть порезы, царапины, микротравмы, они способны сильно снизить сопротивление тела человека), от общего психологического и физиологического состояния, от внешних условий (температуры, давления, влажности, плотности), питания, образа жизни (у алкоголиков и наркоманов сопротивление очень мало – около 1кОм, когда у здоровых людей приблизительно – 500кОм), а также болезней.



*Рис. 6. Браслет STEER от компании Creative Mode*



5. Ещё одной из систем слежения является система «Нейро-кепка», которая использует встроенные датчики ЭЭГ (электроэнцефалограмма) и ЭМГ (электромиография), которые регистрирует электрическую активность мозга водителя и на основе этого делают вывод о состоянии его усталости. В случае приближения собранных данных к критическим, служебный модуль передает импульс в синхронизированный с ней браслет, который начинает активно вибрировать.

- Назначение: предотвращать засыпание за рулем.
- Принцип работы: отслеживание электрической активности мозга.
- Достоинства: высокая точность определение засыпания.
- Недостатки: большая цена.



*Рис.7. Sleep Alert*



*Рис.8. Sleep Alert на водителе.*

6. «Driver Workload Estimator» от компании Ford. Другим направлением развития систем контроля является оснащение транспортных средств биометрическими датчиками, с помощью которых можно следить за важными для здоровья показателями (пульс, частота дыхания, проводимость кожи и др.). Данные разработки являются перспективными и должны появиться на серийных автомобилях в самое ближайшее время. Ближе всех к решению задачи находится компания Ford, которая предлагает систему оценки нагрузки водителя, призванную уменьшить рассеянность и чрезмерное напряжение.

- Назначение: предотвращать засыпание за рулем.
- Принцип работы: Физическое напряжение водителя оценивается путем обработки множества параметров: движения транспортного средства (скорость, продольное и поперечное ускорение, скорость рыскания); действий водителя (угол поворота рулевого колеса, положение педалей акселератора и тормоза); дорожных условий (плотность движения, характер дорожного покрытия); биометрических показателей (сердечный ритм, частота дыхания, температура кожи).
- Достоинства: высокая точность определение засыпания; при высокой нагрузке на водителя система блокирует мобильный телефон от входящих звонков

- Недостатки: высокая стоимость, сложность внедрения, узкая линейка автомобилей и невозможность работы на машинах другой марки.

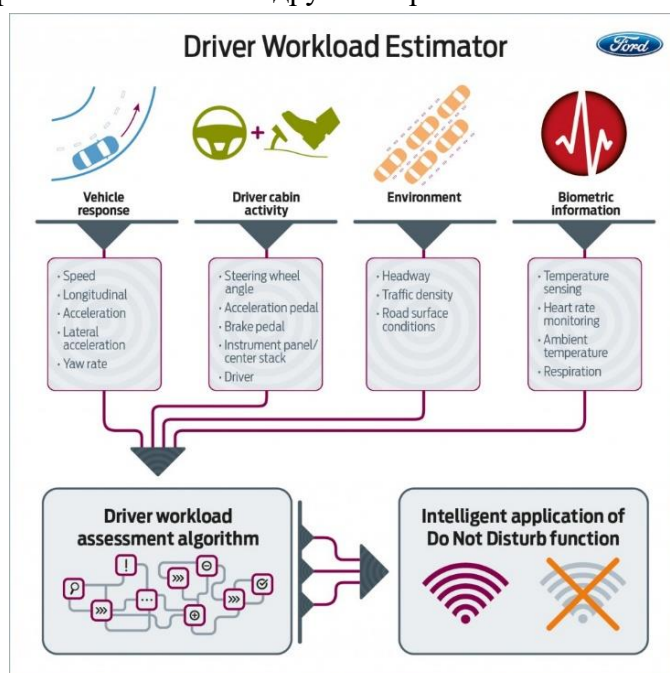


Рис.9. Driver Workload Estimator

### 1.3. Сравнительный анализ

Я провёл сравнительный анализ мобильных аналогов, описанных выше, которые можно отдельно устанавливать в транспортном средстве. Обычно в подобных устройствах выделяются следующие критерии: точность определения засыпания, возможность работы от аккумулятора, логирование данных GPS, оповещение, работа в ночное время, цена и т.д. По этим критериям я провёл анализ. Результаты сравнения занёс в Таблицу 1. Сравнительный анализ Dunobil Insomnia, Антисон, STEER, Sleep Alert (ПРИЛОЖЕНИЕ 1).

**Выводы:** таким образом, все устройства должны иметь возможность определять момент засыпания и оповещать об этом водителя, работать в достаточно большом диапазоне температур и освещённости, иметь удобный способ установки и эксплуатации, записывать и отправлять диспетчеру данные скорости и местоположения на базе GSM и GPS.

В век развития информационных технологий такие функции становятся доступными.

Я давно занимаюсь робототехникой в ЦДО г. Каменск-Уральский, изучил образовательные конструкторы Lego Wedo, Lego Mindstorms EV3, Arduino. В последнее время увлекся схемотехникой, программированием на языках Python и C++, а также моделированием и прототипированием.

Я решил изготовить действующий прототип устройства, позволяющего отслеживать состояние водителя за рулём и оповещать его при засыпании или отвлечении от дороги. Своё устройство я назвал «NSControl» No Sleep Control (в переводе с английского «не спать, контролирую»).

Для оптимизации размеров устройства и получения нового функционала была идея использовать ресурсы телефона: с телефона через Bluetooth данные GPS и GSM поступали бы на устройство NSControl и происходило бы оповещение звуковым сигналом или вибрацией. Но не каждый водитель готов использовать свой телефон. Кроме того, не каждое устройство имеет нужный набор функций.

Также была идея создания устройства, получающего изображение и отправляющего на сервера соответствующей службы для обработки. Но данная реализация имела бы большую задержку отклика системы, а в случае отсутствия интернет-сигнала работа была бы невозможна.

## **2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ И ОПОВЕЩЕНИЯ ПРИ ЗАСЫПАНИИ NSCONTROL**

### **2.1. Этапы работы**

После того как была сформулирована цель и определены задачи по достижении этой цели я решил распланировать этапы работы. Как и в любом проекте были выделены подготовительный, основной и заключительные этапы:

#### **Подготовительный этап:**

- Изучение интернет-источников по проблеме.
- Выбор оборудования для реализации устройства.

#### **Основной этап:**

- Создание набросков и чертежей.
- Установка операционной системы и драйверов для подключаемого оборудования.
- Загрузка и настройка зависимостей и библиотек.
- Разработка блок-схемы управляющей программы.
- Создание программного кода для инициализации камеры, обработки изображения, обнаружения и распознавания лиц, динамиков, кнопок.
- Моделирование корпуса и частей крепления устройства.
- Печать готовых моделей на 3Д принтере.

#### **Заключительный этап:**

- Тестирование устройства.
- Анализ и корректировка.

Проект был реализован в течение 4-х месяцев.

### **2.2. Требования к устройству**

NSControl является самостоятельным устройством, имеет простоту и вариативность установки в любом транспорте при необходимости, будь то кабина простого автомобиля, подвижного железнодорожного локомотива или кабина самолёта. NSControl может питаться, как от аккумуляторной батареи, так и от бортовой сети. Стоимость данного устройства не сопоставима с жизнями, которые можно спасти.

Исходя из поставленных задач и опыта использования аналогичных устройств, мое устройство должно удовлетворять требованиям:

1. Не наносить вред человеку
2. Точно определять момент засыпания и отвлечения от дороги.
3. Иметь возможность логирования местоположения и скорости.

4. Обладать обратной связью.
5. Должно иметь возможность установки в любом ТС.
6. Работать ночью.
7. Должно быть удобным в эксплуатации.

Потребителями разработанного устройства может являться любой человек, управляющий транспортным средством.

### 2.3. Аппаратное обеспечение

Для создания устройства NSControl потребуется соответствующее оборудование. Оборудование и его назначение, необходимые для работы, описаны в Таблице 2. Аппаратное обеспечение.

Таблица 2. Аппаратное обеспечение

№	Оборудование	Назначение
1		Nvidia Jetson Nano – это одноплатный компьютер, предназначенный для обработки и обнаружения частей головы в реальном времени
2		Камера с инфракрасной подсветкой – предназначена для фиксации видео изображения для дальнейшей обработки информации. Инфракрасные лампы нужны для освещения человека в тёмное время суток, не слепя водителя
3		Сенсорные кнопки – нужны для управления интерфейсом громкости устройства
4		Пищалка – предназначена для оповещения человека
5		GPS модуль для логирования местоположения и скорости
6		GSM модуль для обратной связи

## 2.4. Программное обеспечение

Для автоматизации работы системы одного оборудования будет недостаточно. В ходе работы над проектом я использовал необходимое программное обеспечение.

Микрокомпьютер Nvidia Jetson Nano работает на базе комплекта для разработки программного обеспечения JetPack SDK, включающего в себя пакет драйверов (L4T), операционную систему Linux и ускоренные библиотеки CUDA-X и API для глубокого обучения, компьютерного зрения, ускоренных вычислений и мультимедии.

Для разработки моделей мне понадобились программы КОМПАС-3D и Autodesk Inventor.

Составление схем я осуществлял в программе EasyEDA

Для написания программного кода в среде Visual Studio Code я использовал язык программирования Python. Программный код находится в ПРИЛОЖЕНИИ 3.

Так выглядит фрагмент программного кода отслеживания закрывания глаз (рис.10).

```
38 def get_blinking_ratio(eye_points, facial_landmarks):
39     left_point = (facial_landmarks.part(eye_points[0]).x, facial_landmarks.part(eye_points[0]).y)
40     right_point = (facial_landmarks.part(eye_points[3]).x, facial_landmarks.part(eye_points[3]).y)
41
42     center_point = midpoint(facial_landmarks.part(eye_points[1]), facial_landmarks.part(eye_points[2]))
43     center_bottom = midpoint(facial_landmarks.part(eye_points[5]), facial_landmarks.part(eye_points[4]))
44
45     #eyes_line = cv2.line(frame, left_point, right_point, (255, 0, 0), 2)
46     #vert_line = cv2.line(frame, center_point, center_bottom, (255, 0, 0), 2)
47
48     eyes_line_lenght = hypot((left_point[0] - right_point[0]), (left_point[1] - right_point[1]))
49     vert_line_lenght = hypot((center_point[0] - center_bottom[0]), (center_point[1] - center_bottom[1]))
50
51     ratio = eyes_line_lenght / vert_line_lenght
52     return ratio
```

Рис.10. Программный код отслеживания закрывания глаз

В функции задаются начальные параметры (вводные данные), затем происходит отслеживание 6 точек глаза (рис.11). Затем вычисляется разница между открытым глазом и полученным состоянием. Полученное значение возвращается в функцию.

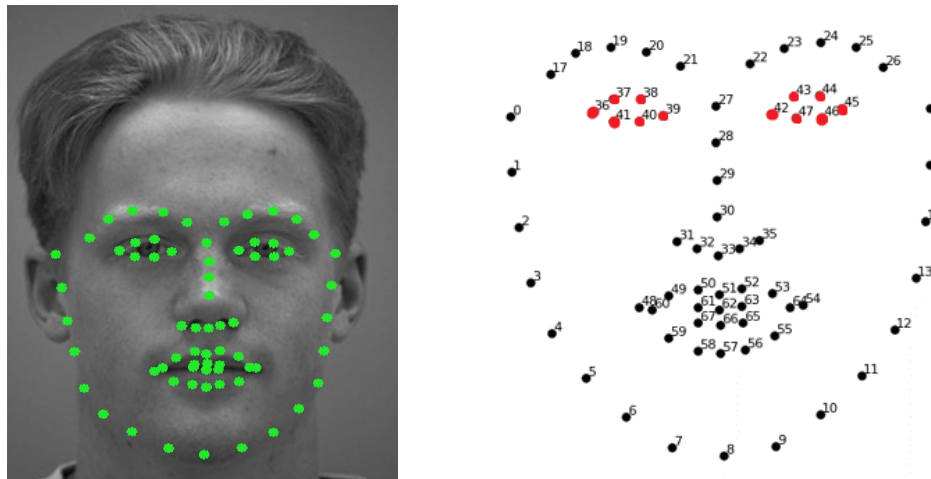


Рис.11. Точки-ориентиры лица

## 2.5. Принцип работы устройства

Принцип действия устройства заключается в сканировании области лица и шеи человека, управляющего транспортным средством. Система по определённому алгоритму сравнивает и анализирует положение лица, век и глаз человека и по заданным условиям производит оповещение об отклонениях. В перспективе для коммерческого транспорта возможно дополнение системы функцией логирования и сопоставления данных со скоростью и координатами движения, а также отправки информации о нештатной ситуации на пульт диспетчера.

Схема NSControl представлена на рис.13. Камера и GPS получают данные, информация поступает в контроллер, обрабатывается. При наличии отклонений сигнал отправляется на пьезодинамик для оповещения водителя. Если он не реагирует на звуковой сигнал и продолжает движение, система автоматически оповещает экстренную службу о данной ситуации с помощью GSM модуля. Группа кнопок отвечает за управлением звуком и калибровкой изображения.

Работа устройства представлена в видеоролике (ПРИЛОЖЕНИЕ 2).

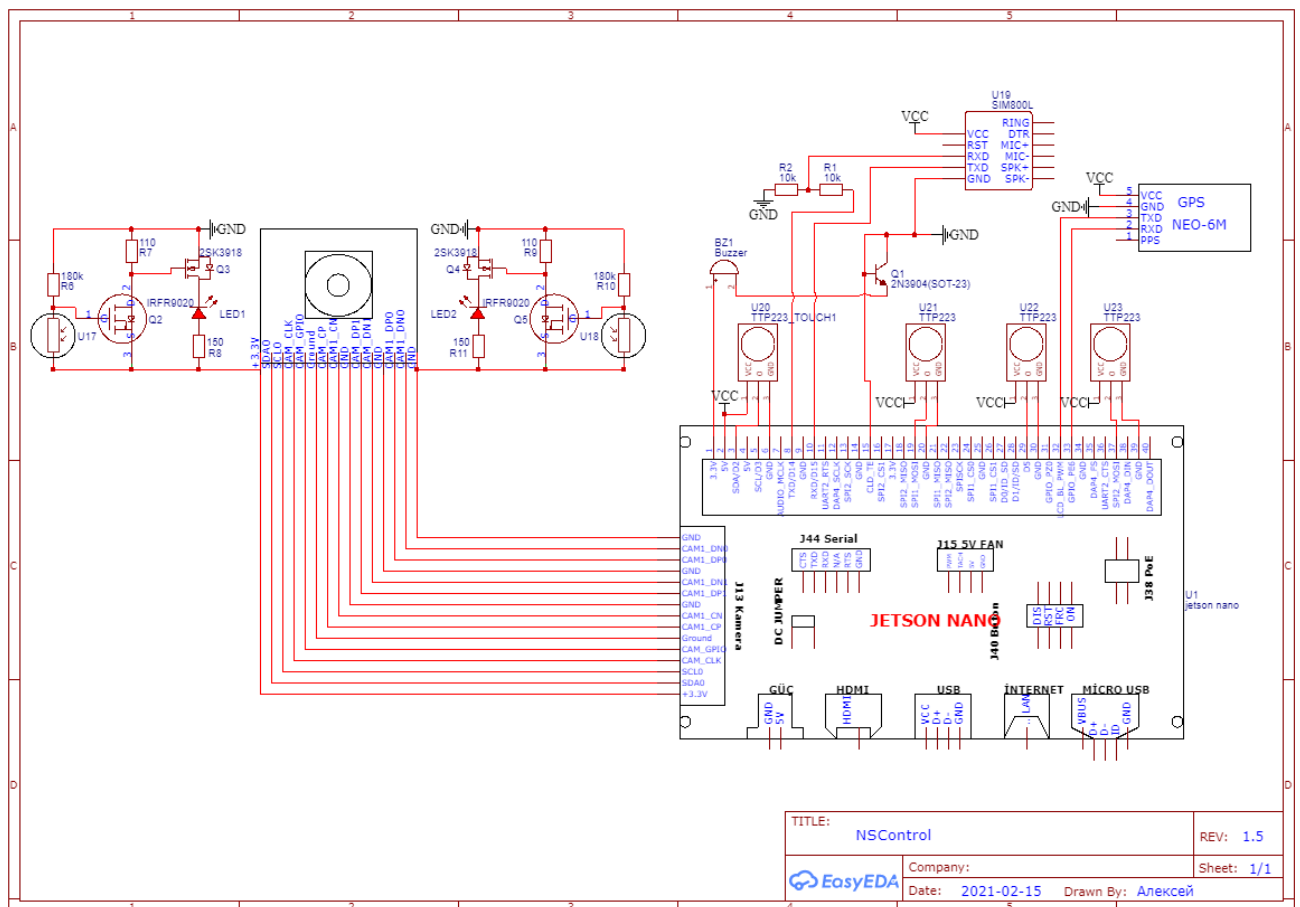


Рис. 12. Схема устройства NSControl

Блок-схема управляющей программы представлена на рисунке 13.

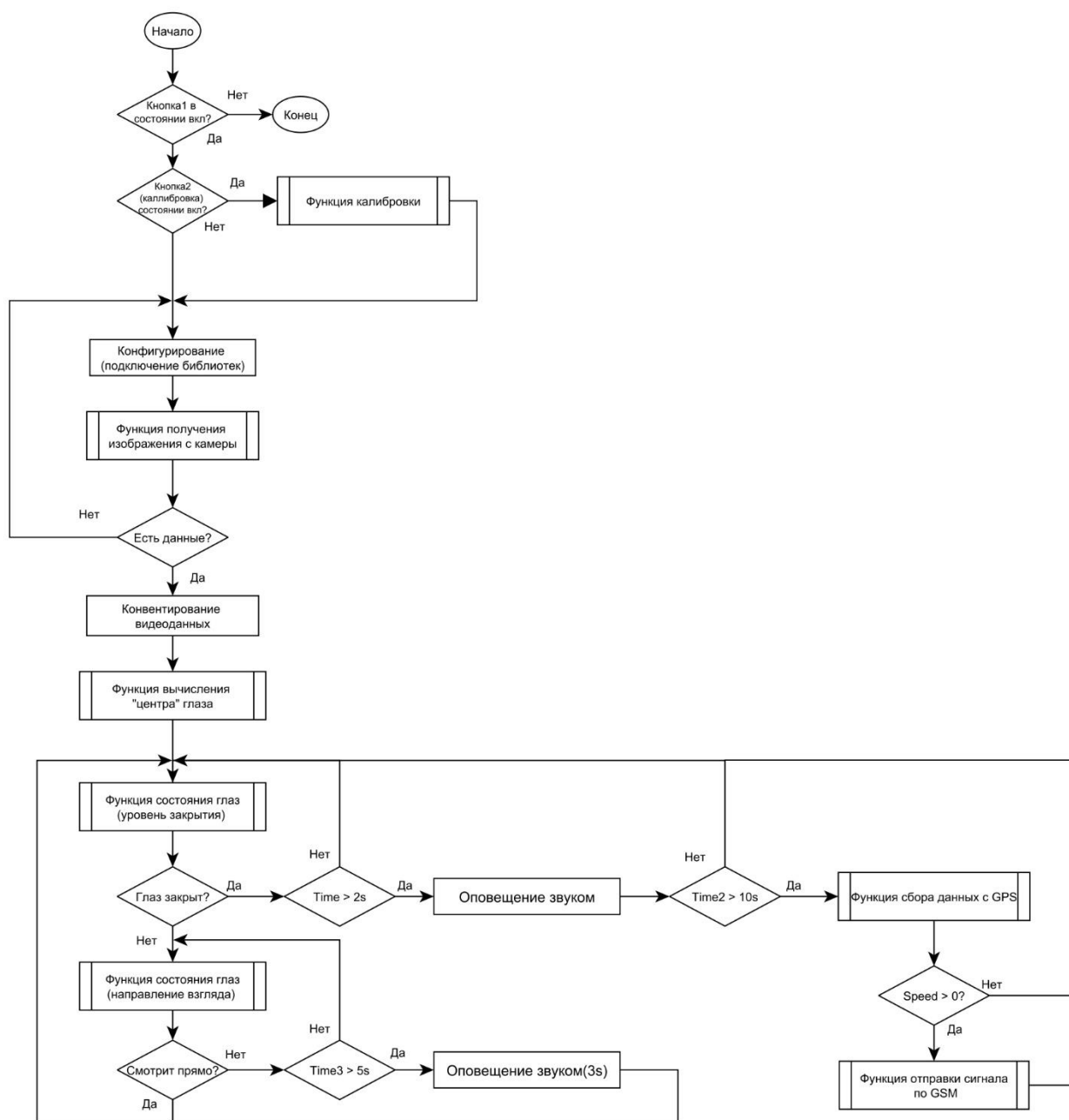


Рис. 13. Блок-схема управляющей программы

Когда устройство было готово, я смоделировал корпус в 3Д Компасе и напечатал его на 3Д принтере. Вот так выглядит NSControl - общий вид и вид «внутри» (рис. 14).



Рис. 14. Готовая модель NSControl



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современном обществе существует проблема, когда человек устаёт и засыпает за рулем транспортного средства или отвлекается от дороги (например, на телефон). Так появилась идея создания устройства, предотвращающего засыпание или несосредоточенность водителя.

Для достижения цели были выполнены следующие задачи: изучение литературы и интернет-источников по проблеме засыпания водителя за рулём, выбор аппаратного обеспечения, разработка модели и конструирование устройства, выбор программного обеспечения, создание программного кода, тестирование устройства, анализ результатов и корректировка.

В ходе реализации проекта использовались следующие методы исследования: наблюдение, сравнение, анализ, моделирование, прототипирование, конструирование, программирование, тестирование.

В начале работы я сформулировал гипотезу: считаю, что созданное устройство не позволит уснуть или отвлечься водителю за рулём, что в свою очередь должно уменьшить количество дорожно-транспортных происшествий по причине усталости. Моя гипотеза будет оправдана. При помощи, созданного прототипа устройства, не позволяющего уснуть или отвлекаться водителю за рулём, получится уменьшить количество дорожно-транспортных происшествий по причине усталости.

Данную систему можно применять в большинстве транспортных средств: железнодорожном, водном, автомобильном, воздушном.

Завершив работу над проектом, я провёл сравнительный анализ аналогов с моим устройством NSControl, описанными выше, по тем же критериям, что в Таблице 1. Результаты сравнения занёс в Таблицу 2. Сравнительный анализ Dunobil Insomnia, Антисон, STEER, Sleep Alert, NSControl (ПРИЛОЖЕНИЕ 4).

Работу устройства я демонстрировал перед учащимися детского объединения «Робототехника» Центра дополнительного образования, перед участниками дискуссионной площадки «Инженерная реконструкция: образование будущего» в рамках Городского гражданского форума – 2021. Моя работа вызвала интерес.

В перспективе планирую уменьшить размеры устройства путем замены микроконтроллера nvidia jatson nano на подобный аналог меньших размеров или на собственный сбалансированный микрокомпьютер. Также следует оптимизировать программный код и операционную систему для обеспечения более высокой производительности системы. Планирую реализовать процесс автоматического

обучения на базе сверточной нейронной сети, которая позволит обучать систему распознавания состояния глаз.

Во время работы над проектом я приобрёл **новый опыт** работы с операционной системой Linux на базе микрокомпьютера с архитектурой ARMv8-A 64-bit, изучил возможности основных библиотек OpenCV, Numpy, Dlib, Matplotlib, Keras, Tensorflow. Получил опыт работы с GPS и GSM модулями, научился получать местоположение и вычислять скорость перемещения, а также осуществлять обратную связь. Для изготовления действующего прототипа я смоделировал и распечатал корпус на 3Д принтере.

Думаю, что приобретенные навыки помогут мне в выборе профессиональной деятельности в будущем, так как программирование и прототипирование – это востребованные направления в современном обществе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-ustalosti-za-rulem-kak-ugroza-bezopasnosti-dorozhnogo-dvizheniya> - Шиенкова Анна Сергеевна, Подгайный Андрей Михайлович «Состояние усталости за рулем как угроза безопасности дорожного движения».
2. <http://dunobil.ru/page1885790>, устройство Dunobil Insomnia - Инновационное устройство активного контроля состояния водителя.
3. <https://www.drive2.ru/l/485775783097270661>, тест системы Dunobil Insomnia.
4. <https://zakonguru.com/transport/antison-dlya-voditeley.html>, Устройство Антисон: что это такое и кому нужно.
5. <https://слонопотамия.рф/instrukciya-k-ustrojstvu-antison-dlya-voditelej-article.html>, Инструкция к устройству антисон для водителей.
6. <https://stoneforest.ru/look/gadgets/braslet-steer/>, Браслет Steer не даст вам уснуть за рулем.
7. <https://gadgets-reviews.com/ru/obzory/687-sleep-alert-obzor-umnoj-kepki.html>, Sleep Alert - обзор умной кепки. Новый гаджет, который поможет вам не уснуть за рулем.
8. <https://nanojam.ru/products/sistema-kontrolya-bodrstvovaniya-sleep-alert>, Устройство Sleep Alert.
9. <https://neuro-tone.com/>, Преимущества устройства SleepAlert.
10. <https://moj-vnedorozhnik.ru/v-pomoshch-voditelyu/attention-assist-mercedes>, Система контроля усталости водителя (Attention Assist Mercedes): принцип работы.
11. <http://elektrik.info/main/fakty/1223-soprotivlenie-tela-cheloveka-ot-chego-zavisit-i-kak-mozhet-izmenyatsya.html>, Сопротивление тела человека - от чего зависит и как может изменяться.
12. <https://zen.yandex.ru/media/id/5d3f1ba1b5e99200ad76ed87/ne-spat-kak-ustroena-sistema-kontrolia-ustalosti-voditelia-5eccf804bb423f10335a11d3>, как устроена система контроля усталости водителя.
13. <https://www.sleepnet.ru/son-za-rulem/ustroystva-ne-dayushhie-voditelyam-usnut-za-rulem/>, Устройства, не дающие водителям уснуть за рулем.
14. <https://1gai.ru/publ/524565-gosavtoinspekciya-opublikovala-godovuju-statistiku-dtp-za-2019-god.html>, Устройства, не дающие водителям уснуть за рулем.
15. <https://www.who.int/ru/news/item/07-02-2020-ministers-to-agree-new-global-road-safety-agenda-to-2030>, Повышение безопасности дорожного движения.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Таблица 1. Сравнительный анализ Dunobil Insomnia, Антисон, STEER, Sleep Alert**

Критерий/Название аналога	Dunobil Insomnia	“Антисон”	STEER	Sleep Alert
Точность определения засыпания	Точно	Неточно	Неточно	Точно
Работа от аккумулятора	Нет	Да	Да	Да
Время работы от аккумулятора	-	3 – 9 недель	1 – 2 недели	6 – 7 часов
Возможность использования в любом транспортном средстве	Да	Да	Да	Да
Логирование данных GPS, отправка диспетчеру	Нет	Нет	Нет	Нет
Оповещение	Звуковой сигнал	Звуковой сигнал	Электрический разряд	Вибросигнал
Работа в ночное время	Да	Да	Да	Да
Цена	8 тыс. руб.	100-500 руб.	14-16 тыс. руб.	От 30 тыс. руб.

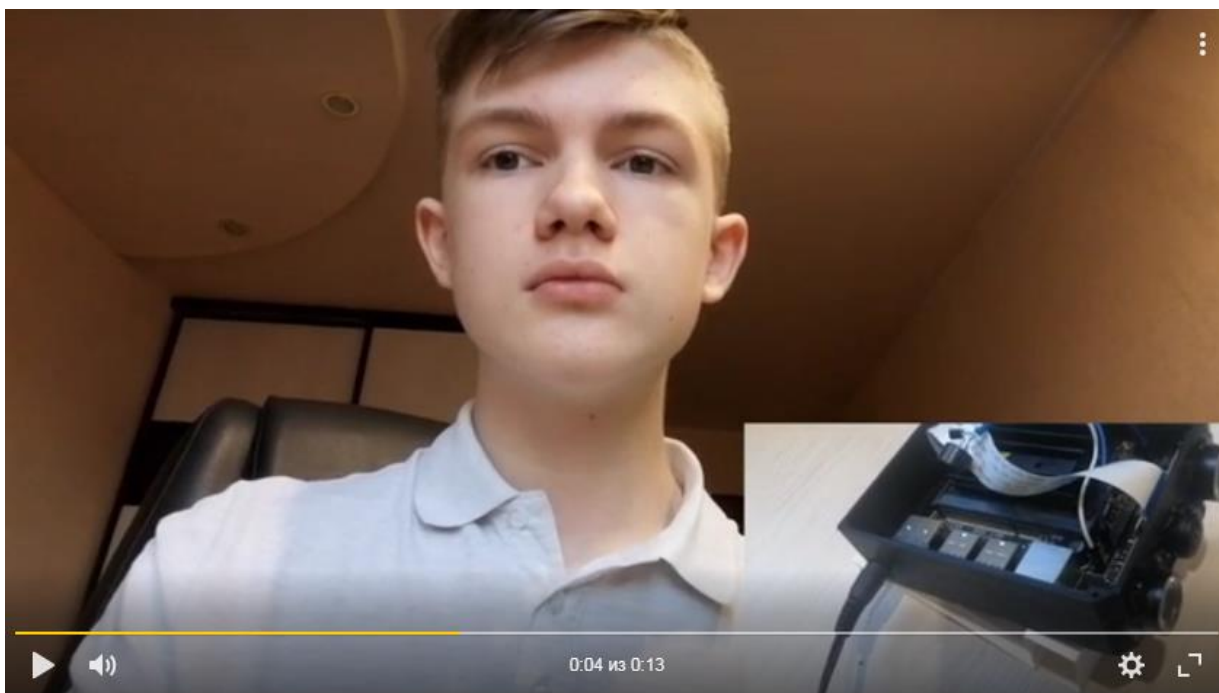
## ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Видеоролик

Принцип действия и демонстрация работы устройства представлены в видеороликах.. Ссылки на облачное хранилище:

<https://disk.yandex.ru/i/Yk1aJyYPEbedFw>



<https://disk.yandex.ru/i/xtdQxWyR7wAFmg>



## ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Программный код работы устройства NSControl

```
import cv2
import numpy as np
import dlib
import RPi.GPIO as GPIO
import time
from math import hypot
import gpsd
from gps import *

GPIO.setup(inputPin, GPIO.IN)
GPIO.setup(inputPin1, GPIO.IN)
GPIO.setup(inputPin2, GPIO.IN)
GPIO.setup(inputPin3, GPIO.IN)
GPIO.setup(33, GPIO.OUT)
my_pwm=GPIO.PWM(33, 100)
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)

t = 80
sec = 0
gpsd = None
sec1 = 0
inputPin=16
inputPin1=18
inputPin2=21
inputPin3=23

class GpsPoller(threading.Thread):
    def __init__(self):
        threading.Thread.__init__(self)
        gpsd = gps(mode=WATCH_ENABLE)
        self.current_value = None
        self.running = True
    def run(self):
        global gpsd
        while gpsd.running:
            gpsd.next()

def gstreamer_pipeline(
    capture_width=1920,
    capture_height=1080,
    display_width=1280,
    display_height=720,
    framerate=30,
    flip_method=0,
):
    return (
        "nvarguscamerasrc ! "
        "video/x-raw(memory:NVMM), "
        "width=(int)%d, height=(int)%d, "
        "format=(string)NV12, framerate=(fraction)%d/1 ! "
        "nvvidconv flip-method=%d ! "
        "video/x-raw, width=(int)%d, height=(int)%d, format=(string)BGRx ! "
        "videoconvert ! "
        "video/x-raw, format=(string)BGR ! appsink"
        % (
            capture_width,
            capture_height,
            framerate,
            flip_method,
            display_width,
            display_height,
        )
    )

cap = cv2.VideoCapture(gstreamer_pipeline(flip_method=0), cv2.CAP_GSTREAMER)
detector = dlib.get_frontal_face_detector()
predictor = dlib.shape_predictor(r"/home/user/Desktop/shape_predictor_68_face_landmarks.dat")
def midpoint(p1, p2):
    return int((p1.x + p2.x)/2), int((p1.y + p2.y)/2)
font = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX

def get_blinking_ratio(eye_points, facial_landmarks):
    left_point = (facial_landmarks.part(eye_points[0]).x, facial_landmarks.part(eye_points[0]).y)
    right_point = (facial_landmarks.part(eye_points[3]).x, facial_landmarks.part(eye_points[3]).y)
    center_point = midpoint(facial_landmarks.part(eye_points[1]), facial_landmarks.part(eye_points[2]))
    center_bottom = midpoint(facial_landmarks.part(eye_points[5]), facial_landmarks.part(eye_points[4]))
    #eyes_line = cv2.line(frame, left_point, right_point, (255, 0, 0), 2)
    #vert_line = cv2.line(frame, center_point, center_bottom, (255, 0, 0), 2)
    eyes_line_length = hypot((left_point[0] - right_point[0]), (left_point[1] - right_point[1]))
    vert_line_length = hypot((center_point[0] - center_bottom[0]), (center_point[1] - center_bottom[1]))
    ratio = eyes_line_length / vert_line_length
    return ratio
def get_threshold_ratio(eye_points, facial_landmarks):
    left_eye_region = np.array([(facial_landmarks.part(eye_points[0]).x, facial_landmarks.part(eye_points[0]).y),
    (facial_landmarks.part(eye_points[1]).x,
    (facial_landmarks.part(eye_points[2]).x,
    (facial_landmarks.part(eye_points[3]).x,
    (facial_landmarks.part(eye_points[4]).x,
    (facial_landmarks.part(eye_points[5]).x,
    np.int32)
    #cv2.polylines(frame, [left_eye_region], True, (0, 0, 255), 2)
    height, width, _ = frame.shape
    mask = np.zeros((height, width), np.uint8)
    cv2.polylines(mask, [left_eye_region], True, 255, 2)
    cv2.fillPoly(mask, [left_eye_region], 255)
    eye = cv2.bitwise_and(gray, gray, mask=mask)

    min_x = np.min(left_eye_region[:, 0])
    max_x = np.max(left_eye_region[:, 0])
    min_y = np.min(left_eye_region[:, 1])
    max_y = np.max(left_eye_region[:, 1])

    gray_eye = eye[min_y: max_y, min_x: max_x]
    _, threshold_eye = cv2.threshold(gray_eye, 70, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV)
    height, width = threshold_eye.shape

    left_side_threshold = threshold_eye[0: height, 0: int(width/2)]
    left_side_white = cv2.countNonZero(left_side_threshold)

    right_side_threshold = threshold_eye[0: height, int(width/2): width]
    right_side_white = cv2.countNonZero(right_side_threshold)

    if left_side_white == 0:
        gaze_ratio = 1
    elif right_side_white == 0:
        gaze_ratio = 5
    else:
        gaze_ratio = left_side_white / right_side_white

    return gaze_ratio

else:
    my_pwm.start(0)
    sec=0
    gaze_ratio_left_eye = get_threshold_ratio([36, 37, 38, 39, 40, 41], landmarks)
    gaze_ratio_right_eye = get_threshold_ratio([42, 43, 44, 45, 46, 47], landmarks)
    gaze_ratio = (gaze_ratio_right_eye + gaze_ratio_left_eye / 2)
    if gaze_ratio <= 0.7:
        time.sleep(0.8)
        sec1 += 1
        if sec1 > 2:
            my_pwm.start(t)
            time.sleep(3)
            my_pwm.start(0)
            sec1 = 0

    if (x1==1):
        my_pwm.start(t)
        time.sleep(0.8)
        my_pwm.start(0)
        param1 = gaze_ratio
        time.sleep(2)
        my_pwm.start(t)
        time.sleep(0.8)
        my_pwm.start(0)
        time.sleep(2)
        param2 = gaze_ratio

#cv2.imshow("video6", frame)

key = cv2.waitKey(1)
if key == 27:
    break
```

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Таблица 2. Сравнительный анализ Dunobil Insomnia, Антисон, STEER, Sleep Alert, NSControl**

Критерий/Название аналога	Dunobil Insomnia	“Антисон”	STEER	Sleep Alert	NSControl
Точность определения засыпания.	Точно	Неточно	Неточно	Точно	<b>Точно</b>
Работа от аккумулятора	Нет	Да	Да	Да	<b>В перспективе</b>
Время работы от аккумулятора	-	3 – 4 недели.	1 – 2 недели	6 – 7 часов	<b>Не проверено</b>
Возможность использования в любом ТС	Да	Да	Да	Да	Да
Логирование данных GPS, отправка диспетчеру	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
Оповещение	Звуковой сигнал	Звуковой сигнал	Электрический разряд	Вибросигнал	<b>Звуковой сигнал</b>
Работа в ночное время	Да	Да	Да	Да	Да
Цена	8 тыс. руб.	100-500 руб.	14-16 тыс. руб.	От 30 тыс. руб.	<b>На прототип потрачено около 10 тыс. рублей.</b>