Петрозаводский государственный университет

Институт математики и информационных технологий

Кафедра прикладной математики и кибернетики

Практическая работа по предмету

Автоматизация управления предприятием

Проект технического задания

на разработку программного продукта

АО «Карельский окатыш»

Выполнили студенты 4 курса группы 22405:

О. А. Плугин

И. О. Левицкий

Петрозаводск — 2024

Оглавление

[1. Общие сведения 4](#_Toc192615032)

[1.1. Полное наименование системы и её условное обозначение 4](#_Toc192615033)

[1.2. Основания для проведения работ 4](#_Toc192615034)

[1.3. Наименование организации – Заказчика и Исполнителя 4](#_Toc192615035)

[1.3.1. Заказчик 4](#_Toc192615036)

[1.3.2. Исполнитель 4](#_Toc192615037)

[1.4. Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы 4](#_Toc192615038)

[1.5. Сведения об источниках и порядок финансирования работ 4](#_Toc192615039)

[1.6. Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы, её установке и накладке компонентов 4](#_Toc192615040)

[2. Назначение и цели системы 5](#_Toc192615041)

[2.1. Назначение системы 5](#_Toc192615042)

[2.2. Цели системы 5](#_Toc192615043)

[3. Характеристика 5](#_Toc192615044)

[3.1. Краткие сведения об объекте автоматизации 5](#_Toc192615045)

[3.2. Технические требования к аппаратному обеспечечению 6](#_Toc192615046)

[4. Требования к системе 6](#_Toc192615047)

[4.1. Требования к системе в целом 6](#_Toc192615048)

[4.1.1. Требования к структуре и функционированию системы 6](#_Toc192615049)

[4.1.2. Требования к режиму работы системы 7](#_Toc192615050)

[4.1.3. Требования к надежности 7](#_Toc192615051)

[4.1.4. Требования к безопасности использования 7](#_Toc192615052)

[4.1.5. Требования к защите информации от несанкционированного доступа 7](#_Toc192615053)

[4.1.6. Требования к защите от влияния внешних воздействий 8](#_Toc192615054)

[4.1.7. Требования к безопасности 8](#_Toc192615055)

[4.2. Требования к функциям, выполняемым системой 8](#_Toc192615056)

[Функциональные требования к подсистемам 9](#_Toc192615057)

[4.2.1. Обнаружение сигналов светофора 9](#_Toc192615058)

[4.2.2. «Классификация цвета сигнала» 9](#_Toc192615059)

[4.2.3. «Подача визуального и звукового предупреждения» 10](#_Toc192615060)

[4.2.4. «Логирование событий» 10](#_Toc192615061)

[4.2.5. «Взаимодействие с диспетчером» 10](#_Toc192615062)

# Общие сведения

## Полное наименование системы и её условное обозначение

Полное наименование системы: Автоматизированная система информирования и мониторинга оповещения машинистов =СИМОМ=

Условное обозначение: СИМОМ

## Основания для проведения работ

Необходимость автоматизации мониторинга сигналов железнодорожных светофоров с целью повышения безопасности и подготовки к внедрению систем автопилота на железнодорожных составах.

## Наименование организации – Заказчика и Исполнителя

### Заказчик

Заказчик: АО Карельский Окатыш

Адрес: 186931, Республика Карелия, город Костомукша, ш. Горняков, стр. 284

Факс: +7 (8202) 53 0915

### Исполнитель

Исполнитель: ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»

Адрес: 185035, г. Петрозаводск, пр-т Ленина, д. 33

Факс: 71-10-00

Разработчиками были назначены студенты петрозаводского городского университета, направления «Информационные системы и технологии», группы 22405:

* Плугин Олег
* Левицкий Иван

## Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы

Срок начала работ: 01.10.24

Срок окончания работ: 01.12.24

## Сведения об источниках и порядок финансирования работ

Работы финансируются за счёт средств заказчика в соответствии с договором.

## Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы, её установке и накладке компонентов

По завершении работ по созданию системы Исполнитель предоставляет Заказчику программное обеспечение, документацию и проводит тестирование системы в условиях эксплуатации.

# Назначение и цели системы

## Назначение системы

Автоматизированная система (СИМОМ) предназначена для автоматического обнаружения, классификации и оповещения о запрещающих сигналах на железнодорожных светофорах, используемых на территории АО «Карельский окатыш». Система обеспечивает визуальный и звуковой контроль сигналов для машинистов и интеграцию с будущими решениями по автоматизированному управлению локомотивами.

## Цели системы

Основными целями внедрения системы являются:

* Повышение безопасности движения поездов, исключение случаев пропуска запрещающих сигналов и снижение риска аварийных ситуаций
* Автоматизация мониторинга сигналов светофоров, что уменьшает зависимость от человеческого фактора при восприятии информации
* Поддержка работы машинистов при движении в обратном направлении, когда визуальное восприятие ограничено
* Контроль внимания машинистов и анализ их реакции на запрещающие сигналы
* Фиксация и логирование данных о сигналах, что позволяет анализировать потенциальные нарушения и оптимизировать работу железнодорожной инфраструктуры
* Создание технологической основы для будущей автоматизации и внедрения автопилотируемых поездов на предприятии

# Характеристика

## Краткие сведения об объекте автоматизации

В рамках проекта был проведён анализ железнодорожной инфраструктуры предприятия, представленный в документе «Карельский окатыш – отчёт об исследовании». Автоматизируемый объект включает железнодорожные пути, локомотивы и сигнальные системы, обеспечивающие движение поездов на территории предприятия.

## Технические требования к аппаратному обеспечечению

Для обеспечения работы системы требуются следующие характеристики оборудования:

* Камеры: Минимальное разрешение: 1280x720 (HD), Рекомендуемое разрешение: 1920x1080 (Full HD)
* Процессор: не менее 4 ядер, тактовая частота от 2.5 ГГц (для возможности обработки распознавания железнодорожных сигналов в режиме реального времени)
* Подключение к сети: Подключение к Wi-Fi для передачи данных на сервер с целью обработки

Система должна быть адаптирована к условиям эксплуатации на предприятии и обеспечивать устойчивую работу при неблагоприятных факторах внешней среды.

# Требования к системе

## Требования к системе в целом

### Требования к структуре и функционированию системы

СИМОМ представляет собой десктопное программное обеспечение, работающее на сервере и выполняющее автоматизированное детектирование запрещающих сигналов железнодорожных светофоров. Возможны два варианта реализации:

1. На основе OpenCV – обнаружение окружностей с цветными зонами светофора и их анализ. Подходит для быстрого внедрения, но менее устойчив к изменению условий освещения.
2. На основе обученной модели YOLO – нейросетевой анализ изображений с высокой точностью детектирования и классификации сигналов.

Функциональные компоненты системы:

* Модуль захвата видео – обработка потока с камер, установленных на локомотивах.
* Модуль детектирования светофоров – идентификация объектов, определение их типа и состояния сигнала.
* Модуль классификации сигналов – интерпретация состояния (красный, жёлтый мигающий, зелёный).
* Модуль оповещения – визуальные и звуковые предупреждения машинисту.
* Серверная обработка и логирование – сохранение информации в базе данных и её анализ.

### Требования к режиму работы системы

Режимы работы системы:

* Нормальный режим – штатное функционирование, анализ видеопотока и передача данных на сервер

Система должна обеспечивать непрерывную работу 24/7 и возможность удалённого мониторинга через интерфейс для диспетчеров

### Требования к надежности

Общие требования к надежности системы определены стандартом ГОСТ 24.701-86 «Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения». Обеспечение необходимого уровня надежности включает:

* проведение тестирования системы в различных условиях эксплуатации
* резервное копирование критически важных данных для предотвращения их утраты
* устойчивость к ошибкам пользователей и аппаратным сбоя

### Требования к безопасности использования

Система должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность. Общие требования».

Все компоненты системы должны обеспечивать:

* безопасную эксплуатацию программного и аппаратного обеспечения
* контроль над нагрузкой на вычислительные мощности
* защиту от сбоев при внезапном отключении питания
* соответствие требованиям промышленной и эксплуатационной безопасности предприятия

### Требования к защите информации от несанкционированного доступа

Защита информации в системе должна соответствовать стандартам ГОСТ Р 57580.1-2017 «Безопасность финансовых (критически важных) систем» и ГОСТ 34.311-95 «Автоматизированные системы. Защита информации», а также Федеральным законом № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».

Обеспечение безопасности включает:

* систему аутентификации и авторизации пользователей
* разграничение прав доступа в зависимости от роли (диспетчер, инженер, администратор)
* защиту передаваемых данных с использованием шифрования
* ведение журнала действий пользователей

### Требования к защите от влияния внешних воздействий

Система должна быть устойчива к внешним воздействиям и соответствовать ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов».

Защита должна обеспечивать:

* работу в условиях высокой запылённости и вибрации
* защиту аппаратного обеспечения от скачков напряжения с использованием источников бесперебойного питания
* сохранность данных при кратковременных перебоях в работе сети

### Требования к безопасности

Общие требования к безопасности соответствуют СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» и ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Система должна обеспечивать:

* Электронные компоненты системы должны иметь защиту от поражения электрическим током и перегрева
* Должны быть предусмотрены меры пожарной безопасности в серверных помещениях (огнетушители, датчики дыма)
* При эксплуатации оборудования необходимо соблюдать правила технической безопасности и охраны труда

## Требования к функциям, выполняемым системой

СИМОМ предназначена для автоматического распознавания сигналов, классификации их состояния и оповещения машинистов при обнаружении запрещающего сигнала.

Для выполнения этих задач система должна включать следующие подсистемы:

1. Подсистема обработки видеопотока
   * Захват изображений с камеры, установленной на локомотиве
   * Обнаружение и выделение области светофора в кадре
   * Классификация цвета сигнала (зелёный/красный)
   * Фильтрация ложных срабатываний (например, ошибки при плохом освещении)
2. Подсистема оповещения машиниста
   * Визуальное предупреждение на мониторе в кабине локомотива
   * Звуковой сигнал при обнаружении красного сигнала
   * Уровни оповещения в зависимости от уверенности алгоритма
3. Подсистема логирования и хранения данных
   * Запись информации о каждом обнаруженном сигнале в базу данных
   * Фиксация времени обнаружения, координат (если доступны), уверенности модели и времени остановки электровоза, идентификатор рейса, ответственного за рейс
   * Доступ к данным для последующего анализа
4. Подсистема взаимодействия с диспетчером и инженерами
   * Возможность просмотра зарегистрированных событий через интерфейс
   * Генерация отчетов о детектированных сигналах и реакциях машинистов
   * Анализ эффективности системы и корректировка параметров обнаружения

## Функциональные требования к подсистемам

### Обнаружение сигналов светофора

Функция «Обнаружение сигналов светофора» должна автоматически определять наличие светофора в поле зрения камеры.

Подзадачи:

* + Захват изображения с видеопотока
  + Выделение области, содержащей светофор
  + Фильтрация по уверенности и длительности обнаружения

### Классификация цвета сигнала

Функция «Классификация цвета сигнала» должна определять, является ли текущий сигнал зелёным или красным.

Подзадачи:

* + Анализ области с сигналом
  + Определение преобладающего цвета
  + Расчёт уверенности модели
  + Логирование результата в базу данных

### Подача визуального и звукового предупреждения

Функция «Подача визуального и звукового предупреждения» должна уведомлять машиниста о состоянии сигнала.

Подзадачи:

* + Отображение текущего сигнала на мониторе
  + Генерация предупреждающего звука при обнаружении красного сигнала
  + Различные уровни оповещения в зависимости от уверенности модели или сигнала светофора

### Логирование событий

Функция «Логирование событий» должна сохранять информацию о каждом обнаруженном сигнале в базу данных.

Подзадачи:

* + Запись следующих параметров:
    - Тип сигнала (зелёный/красный)
    - Время обнаружения
    - Координаты (если доступны)
    - Уровень уверенности модели
    - Время фактической остановки электровоза (если был красный сигнал)
    - Идентификатор рейса
    - Ответственный за рейс

### Взаимодействие с диспетчером

Функция «Взаимодействие с диспетчером» должна предоставлять возможность просмотра логов и анализа эффективности системы.

Подзадачи:

* + Отображение всех зарегистрированных событий в интерфейсе
  + Фильтрация по времени, машинисту, уровню уверенности модели