

## Литература

1. Формирование экзаменационных билетов. – Режим доступа: <https://technology.snauka.ru/2015/04/6412>. – Дата доступа: 01.03.2023.
2. Генетический алгоритм. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Генетический\\_алгоритм](https://ru.wikipedia.org/wiki/Генетический_алгоритм). – Дата доступа: 06.03.2023.

## МОНИТОРИНГ СОБЫТИЙ ВЗВЕШИВАНИЯ ТРАНСПОРТА НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ВЕСОВОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНСТРУМЕНТОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

А. Е. Алехина<sup>1,2</sup>, Е. В. Толмачев<sup>3</sup>, М. Г. Доррер<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация

<sup>2</sup>Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация

<sup>3</sup>ООО «Кора системс», г. Красноярск, Российская Федерация

*Описано решение задачи автоматической фиксации факта взвешивания грузовых автомобилей на основании видеопотока камеры наблюдения за весовой в зоне погрузки-выгрузки. Задача решалась с применением комбинации методов разности кадров для детекции движения, модели YOLOv7 для детекции интересующих объектов типа «грузовик» и «колесо» и перцептивных хэшей rHASH для исключения повторной детекции одного и того же события. Предложенное решение показало удовлетворительную точность и пригодность для практического применения для автоматизации контроля процесса взвешивания грузовых автомобилей.*

**Ключевые слова:** мониторинг транспорта, компьютерное зрение, YOLOv7, rHASH.

Применение инструментов компьютерного зрения для решения учетных задач в ходе управления предприятием получило в настоящее время широкое распространение. Следует также отметить важную роль в интеллектуальном транспорте и интеллектуальном обнаружении дорожных событий такой задачи, как обнаружение и отслеживание транспортных средств в видеопотоке камер наружного наблюдения. Обусловлено это требованиями снижения себестоимости учетных и контрольных операций и исключения из их выполнения субъективного фактора, влияния уровня квалификации и дисциплины человека-наблюдателя.

В данной работе будет рассмотрено решение частной задачи мониторинга производственной площадки – отслеживание процесса взвешивания грузовых автомобилей на весовой для учета массы груза при погрузочно-разгрузочных операциях.

Вопрос применения инструментов компьютерного зрения к задачам обнаружения, классификации и отслеживания транспортных средств в настоящее время рассматривается в большом количестве научных исследований. Подробный обзор применения систем искусственного зрения в задачах управления транспортом приведен в работе [1]. В работе [2] рассматривается решение задачи обнаружения и отслеживание транспортных средств на основе компьютерного зрения для сценариев в реальном времени на основе метода HOG для извлечения признаков, импровизированного корреляционного фильтра для отслеживания, и модели AdaBoost для классификации объектов. Авторы статьи [3] для управления колесными роботами используют алгоритм обнаружения объектов, основанный на сочетании архитектур YOLO и GhostNet. Работа [4] описывает применение нового подхода на базе свер-

точных нейронных сетей к решению задачи создания аппаратно-эффективной автоматизированной системы распознавания номерных знаков для ограниченной среды с ограниченными ресурсами. Работа [5] описывает сверточную нейронную сеть Vision Transformer Particle Region (VitP-RCNN), обеспечивающую ускорение извлечения признаков для задачи визуального управления посадкой беспилотных летательных аппаратов.

Авторы данной работы также исследовали возможности решения задач мониторинга производственных площадок и отслеживания транспортных средств с помощью инструментов компьютерного зрения в своих работах [6–8].

Таким образом, решение поставленной в работе задачи – отслеживание прохождения грузовых автомобилей процедуры взвешивания при помощи инструментов компьютерного зрения – важно для производства и актуально с точки зрения применяющихся инструментов.

В качестве исходной информации использовались записи видеопотока с камеры видеонаблюдения службы безопасности весовой предприятия. Исходное изображение, получаемое с камеры, имеет разрешение  $1920 \times 1080$  пикселей RGB формата.

При подготовке обучающей выборки вручную было размечено 2675 изображений размером  $1920 \times 1080$ , при этом были выделены объекты классов «грузовик» (truck) и «колесо» (sheel).

Таблица 1

Структура обучающей выборки для детектора класса грузовик и шины

Название класса	Количество изображений	Количество образцов	Выборка изображений		Выборка образцов	
			train	test	train	test
Грузовик (Truck)	2675	2590	1873	802	1813	777
Колеса (Wheel)		4937			3456	1481

Как видно из табл. 1, выборка не сбалансирована по количеству экземпляров каждого класса, класс «колесо» по количеству образцов представлен больше, чем класс «грузовик». Однако даже до обучения модели было понятно, что это не должно снизить точность определения, так как структура образцов сильно отличается друг от друга.

Для создания телеметрии производился круглосуточный сбор видеопотока с весовой, данные компоновались в видеоролики длительностью в 1 минуту. Роликам присваивалось название, сформированное из времени записи ролика в формате представления времени в ОС Unix.

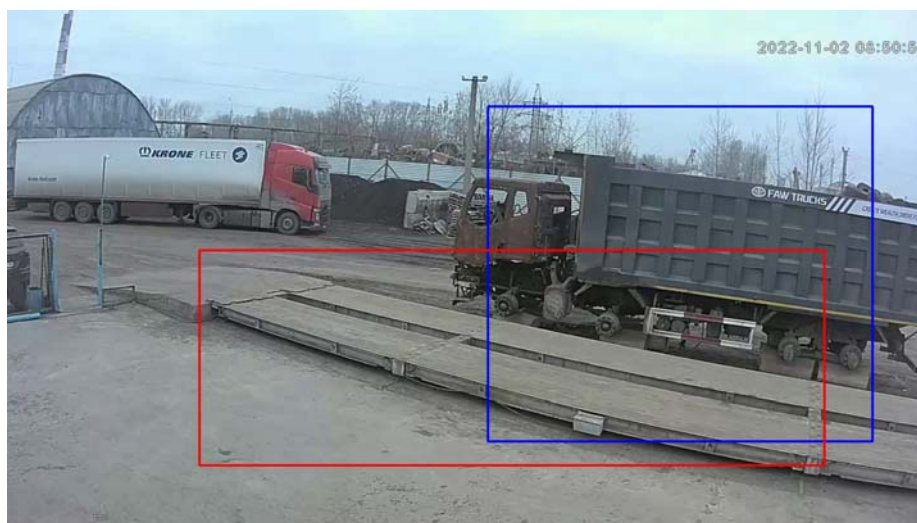
Система отслеживала наличие движения во всем кадре методом вычитания кадров [9]. В случае, если обнаружено движение в кадре, то далее к обработке видеопотока применяется архитектура YOLO [10], обрабатывающая каждый кадр полностью.

В случае если модель YOLO обнаружила знакомые ей объекты и определила класс «truck», то проверяется условие, находится ли грузовик в зоне интереса (зона интереса выделена синей линией).

Если грузовик находится в зоне интереса, то происходит проверка на наличие в зоне интереса объектов класса «колесо» (wheel). Зона интереса для поиска колес выделена красной линией. Если колеса обнаружены, то система фиксирует факт события корректного взвешивания. Зоны интереса, выделенные на кадре камеры видеонаблюдения, показаны на рис. 1.

Следует отметить, что по результатам сбора первоначальной базы данных было обнаружено большое количество ложно-положительных срабатываний, например, один и тот же грузовик может заезжать на зону взвешивания несколько раз. Для того чтобы очистить полученный протокол и повысить точность определения событий взвешивания, был применен подход, включающий выделение хэшей и очистку протоколов от ложно-положительных событий. Для этого система, фильтруя полученную телеметрию, формирует перцептивный хэш [11] по каждому событию. Далее производится просмотр полученных значений хэша в интервале времени одна минута, при этом для поиска одинаковых хэшей исключения задвоения система выбирает как базовое событие первое событие в протоколе из пары событий с одинаковыми значениями рHASH.

Промежуток анализа на задвоение установлен в размере десяти минут. В выбранном промежутке смотрятся дубли хэшей, если в событии не присутствует дубль хэша, то система идентифицирует наступление следующего базового события.



*Рис. 1.* Сцена, на которой проходит тестирование алгоритма. Синяя граница рамки – зона интереса для детектирования центра тяжести транспорта, красная граница рамки – зона интереса для детекции и подсчета количества колес выезжающего транспорта на платформу

По результатам обучения на собранном датасете метрика точности показала высокие показатели общей точности (precision), что позволяет использовать модель на данном типе сцен для дальнейшей работы. В табл. 2 указаны значения метрик, полученные по результатам тестирования обученной системы.

Таблица 2

## Метрики точности полученной в ходе работы модели YOLOv7

Name class	Average precision, %	Recall	f1-score	IoU, %	mAP, %
Truck	96,71	0,89	0,88	73,18	89,92
Wheel	96,90				

На рис. 2 продемонстрирована детекция классов «грузовик» и «колесо» обученной моделью YOLOv7 на кадре видеопотока с камеры наблюдения.

После применения детектора формируется хэш изображения для решения задачи поиска одинаковых образцов.



Рис. 2. Пример работы детекции объектов на изображении с помощью модели YOLO

На рис. 3 показан список сформированных хэшей. Название файла соответствует названию видеофрагмента, из которого было получено соответствующее значение хэша.

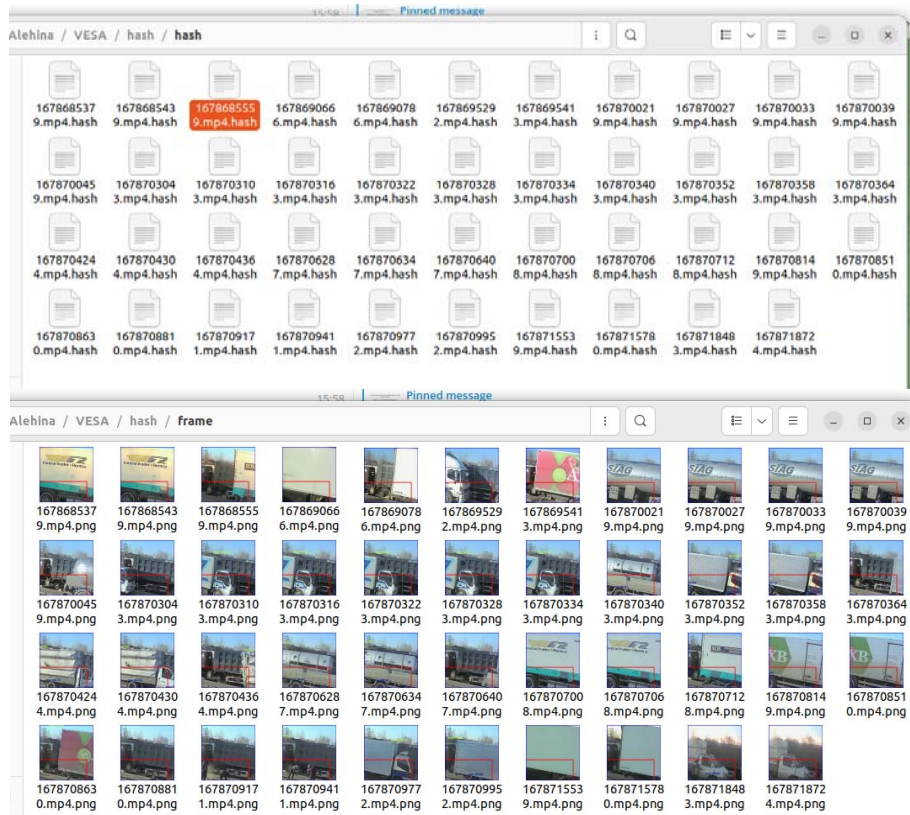


Рис. 3. Формирование списка хэшей на тестовом ролике

В результате обработки телеметрии система формирует журнал событий (рис. 4), в котором отображается время детекции объекта в зоне интереса, хэш объекта (числовое значение в скобках) и описание обнаруженных случаев задвоения детектируемых событий. Процесс формирования хэша системой показан на рис. 5.

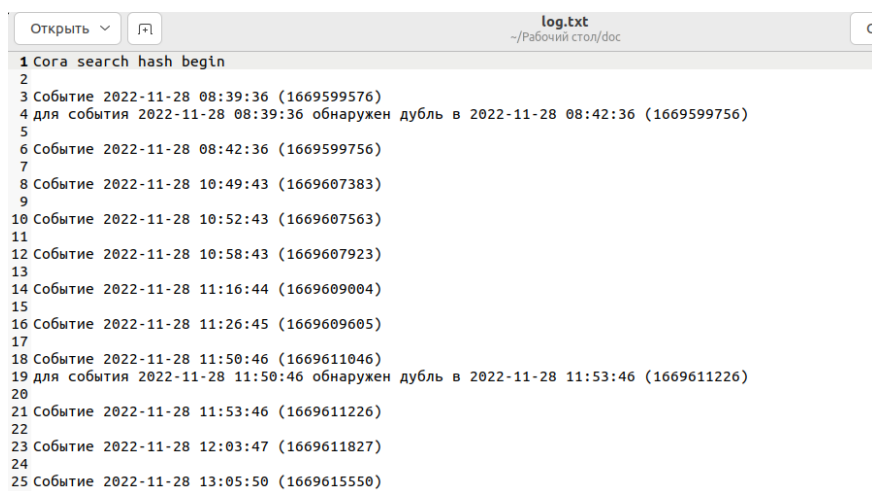


Рис. 4. Фрагмент логирования событий с поиском дубликата



8. Dorrer, M. G. Building an artificial vision system of an agricultural robot based on the DarkNet system / M. G. Dorrer, A. A. Popov, A. E. Tolmacheva // IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. – 2020. – Vol. 548. – P. 032032.
9. Chate, M. Object Detection and tracking in Video Sequences / M. Chate, S. Amudha, V. V. Gohokar, 2012.
10. Bochkovski, A. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection / A. Bochkovski, C.-Y. Wang, H.-Y.M. Liao, 2020.
11. Buldas, A. Keyless Signatures' Infrastructure: How to Build Global Distributed Hash-Trees / A. Buldas, A. Kroonmaa, R. Laanoja. – 2013. – P. 313–320.
12. Adaptive thresholding: A comparative study / P. Roy [et al.] // 2014 International Conference on Control, Instrumentation, Communication and Computational Technologies (ICCICT). IEEE, 2014. – P. 1182–1186.
13. Ronneberger, O. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation / O. Ronneberger, P. Fischer, T. Brox. – 2015.
14. An improved Deeplabv3+ semantic segmentation algorithm with multiple loss constraints / Y. Wang [et al.] // PLoS One / ed. Zhang Q. – 2022. – Vol. 17, N 1. – P. e0261582.
15. Dice, L. R. Measures of the Amount of Ecologic Association Between Species / L. R. Dice // Ecology. – 1945. – Vol. 26, N 3. – P. 297–302.

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РАСЧЕТА ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛАХ, ПЛАНИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ВЫПОЛНЕНИЯ СМЕННЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ОАО «РЕЧИЦКИЙ ТЕКСТИЛЬ»

А. В. Сираж, Е. С. Рожкова

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Т. А. Трохова

*Представлен обзор разработки программного комплекса расчета потребности в материалах, планирования и мониторинга выполнения сменных заданий для ОАО «Речицкий текстиль». На основе анализа предметной области выделены операции для автоматизации рабочего процесса, спроектирована архитектура программного комплекса. Разработанный комплекс позволит автоматизировать рабочие места на предприятии, что, в свою очередь, снизит трудоемкость процессов и риск допущения ошибок.*

**Ключевые слова:** автоматизация, программный комплекс, текстиль, паспорт заказа, сырье, информационная модель.

ОАО «Речицкий текстиль» – предприятие-производитель текстильных изделий, которое имеет полный цикл производства:

- получение суровой пряжи от поставщика;
- крашение пряжи в различные цвета;
- снование основ (систем нитей, состоящих из пряжи различных цветов в соответствии с дизайном) для установки на ткацкий станок;
- ткачество изделий на ткацких станках в полотне;
- отделка упаковки, маркировка готовых изделий.

В настоящее время начальник производства получает от отдела сбыта заявку на производство продукции с указанием ассортимента в разрезе типоразмера, артикула, рисунка, цвета, заказанного количества и необходимого срока исполнения заявки. Начальник производства обобщает заявки, формирует производственную программу для ткацкого оборудования, производит расчет потребности в необходимых материалах (основном сырье) в размере видов и цветов для формирования плана по кра-