

DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-233-252
УДК 629.018



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

ХАРАКТЕРИСТИКА И АЛГОРИТМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОБУСОВ ПО ПАРАМЕТРАМ СИСТЕМЫ RGB

И.М. Блянкинштейн, Д.В. Сенкевич

Рассматриваются алгоритмы предрейсового контроля технического состояния автобусов в условиях гипотетического применения в АТП автоматизированной системы на основе видеорегистрации. Авторами проанализированы закономерности изменения параметров технического состояния автобусов в функции от внешнего вида, оцениваемого параметрами цветовой системы RGB. Приведены типовые примеры обработки и анализа статичных изображений и изменяющихся во времени. Для отдельных систем автобусов (внешние световые приборы, шины, лобовое стекло) определены начальные, допустимые и предельные значения диагностических параметров в системе RGB.

Цель – определение закономерностей изменения параметров технического состояния автобусов в функции от внешнего вида, оцениваемого параметрами цветовой системы RGB.

Метод или методология проведения работы. В работе использовался метод оценки параметров цветовых характеристик RGB эталонных и текущих изображений автобусов в программной среде Adobe Photoshop и их последующий математический анализ.

Результаты. Получены начальные значения диагностических параметров, предельные значения и допустимые диапазоны.

Область применения результатов. Полученные результаты целесообразно применять при создании автоматизированной си-

стемы контроля предрейсового технического состояния на основе видеорегистрации.

Ключевые слова: *автоматизированная система; видео-регистрация; алгоритмы контроля; закономерности технического состояния; диагностические нормативы*

Для цитирования. *Блянкинштейн И.М., Сенкевич Д.В. Характеристика и алгоритмы контроля технического состояния автобусов по параметрам системы RGB // International Journal of Advanced Studies. 2023. Т. 13, № 4. С. 233-252. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-233-252*

Original article | Operation of Road Transport

CHARACTERISATION AND ALGORITHMS FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF BUSES BY RGB SYSTEM PARAMETERS

I.M. Blyankinstein, D.V. Senkevich

The algorithms of pre-trip control of buses' technical condition under the conditions of hypothetical application of an automated system based on video registration in ATP are considered. The authors analyse the regularities of changes in the parameters of the technical condition of buses as a function of their appearance estimated by the RGB colour system parameters. Typical examples of processing and analysing static and time-varying images are given. Initial, permissible and limit values of diagnostic parameters in RGB system are defined for separate systems of buses (external lights, tyres, windscreen).

Purpose. *Determination of regularities of changes in the parameters of the technical condition of buses as a function of their appearance assessed by the parameters of the RGB color system.*

Method or methodology of the work. *The method of estimating the RGB colour parameters of the reference and actual bus images in the*

Adobe Photoshop software environment and their subsequent mathematical analysis was used in this work.

Results. *Initial values of diagnostic parameters, limits and acceptable ranges are obtained.*

Scope of the results. *The obtained results are expedient for application at creation of the automatic system of control of technical condition of the vehicle before the trip on the basis of video registration.*

Keywords: *automated system; video registration; control algorithms; regularities of technical condition; diagnostic standards*

For citation. *Blyankinstein I.M., Senkevich D.V. Characterisation and Algorithms for Monitoring the Technical Condition of Buses by RGB System Parameters. International Journal of Advanced Studies, 2023, vol. 13, no. 4, pp. 233-252. DOI: 10.12731/2227-930X-2023-13-4-233-252*

Введение

Использование информационных технологий на основе применения систем видео-регистрации приобрело характер устойчивого тренда при решении задач обеспечения функционирования и эффективного управления в сфере эксплуатации автомобильного транспорта [1-6, 8-10, 13-22]. На такой основе решаются задачи контроля скоростных режимов и соблюдения ПДД [1-3, 8, 10, 19, 20, 22], некоторые задачи контроля, диагностики и испытания автомобилей [5, 6, 15, 21], например, контроль углов установки управляемых колес [15], контроль геометрических размеров в процессе кузовного ремонта [9, 17], системы оптической оцифровки и измерения в статике [13] и динамике [14].

Одной из актуальных и нерешенных задач рассматриваемого класса является, например, контроль технического состояния автобусов по внешнему виду (по внешним признакам). Актуальность этой задачи объясняется тем, что ежедневно пассажирские предприятия выпускают на линию огромное количество автобусов большого и особо большого класса. Ежедневный предрейсовый контроль технического состояния транспортных средств,

регламентируемый Приказом №9 Министерства Транспорта РФ [12] осуществляется в основном методом органолептического контроля по внешнему виду на наличие повреждений при выпуске на линию и при возвращении в автопарк и представляет собой значительный объем работ, который можно автоматизировать.

Авторами в работе [7] предложена концепция автоматизированной системы контроля технического состояния автобусов на основе видеорегистрации. С целью сбережения времени читателей и обеспечения автономности ознакомления с данным материалом кратко напомним суть предлагаемой концепции [7]. Алгоритмы определения технического состояния автобуса с использованием регистрации и анализа видеорядов основаны на сравнении эталонного образа объекта (т. е. автобуса нового, на момент его ввода в эксплуатацию) и фотографического образа этого же объекта в текущий момент времени (на пробеге L_i) в матричном виде. Для анализа фотографий автобусов используют модели и алгоритмы определения цветовых характеристик объектов, и элементы фотограмметрии [16]. Зафиксированные образы в виде фотографий или видеорядов объекта, в данном случае автобуса, хранятся в информационной базе системы. Образы эталонного объекта оцениваются по цветовым характеристикам, определяемым согласно алгоритму, изложенному в [4].

Определение (фиксирование) технического состояния автобуса по внешнему виду (по внешним признакам) в конкретный момент времени осуществляется на основе функционала, представляющего зависимость параметра технического состояния в функции от параметров Φ , Γ , Ψ :

$$\Gamma = f(\Phi, \Gamma, \Psi), \quad (1)$$

где Γ – обобщенный параметр технического состояния автобуса;

Φ – фотографические (цветовые) характеристики образа (фото автобуса);

Γ – геометрические характеристики образа автобуса;

\mathcal{C} – цифровые и прочие характеристики образа.

Для допуска на линию параметр технического состояния исследуемого автобуса должен находиться в допустимых пределах между начальным значением T_0 и предельным значением $T_{пр}$, но не превышать параметр предельного состояния, что можно представить выражением (2):

$$T_0 \leq T_i \leq T_{пр} \quad (2)$$

где, $T_{пр}$ – предельный параметр технического состояния автобуса;

T_i – параметр технического состояния исследуемого автобуса.

Проблема

В ходе изучения работ данного направления было обнаружено подобное решение [11], применяемое, однако с несколько другими, но похожими целями. Компания Platforma разработала сервис [11], который позволяет удалённо оценить состояние кузова легкового автомобиля: масштаб повреждений, в том числе после ДТП, наличие грязи, снега, посторонних наклеек и т.д. Компания планирует привлечь к его промышленному пилотированию и последующему использованию страховые и каршеринговые компании, а также автомобильные маркетплейсы [11]. Сервис выделяет 24 сегмента на автомобилях и определяет 11 классов повреждений, начиная от мелких сколов краски и ржавчины и заканчивая отсутствующими деталями, с точности 90,5% автоматического определения сегментов автомобилей [11]. Данный сервис оценивает стоимость повреждений автомобилей, но не решенным остается вопрос оценки технического состояния на предмет безопасности и, соответственно, допуска/не допуска транспортного средства на линию. Решение данной проблемы может быть сделано только на основании применения закономерностей, связывающих параметры технического состояния автомобиля с некими параметрами внешнего вида, которые могли бы быть определены по визуализированным образам (мо-

делям), например, по фотографиям. Однако отсутствие таких формализованных закономерностей пока не позволяет решить данную проблему.

Метод решения

В данной работе рассматривается методика определения закономерностей изменения параметров технического состояния в функции от параметров внешнего вида автобуса, оцениваемых характеристиками цветовой системы RGB. Закономерности определялись экспериментальным путем. Планом эксперимента, в соответствии с методическим подходом [7], предусматривалось формирование эталонных образов элементов кузова автобуса (на новых автобусах) и их оценка в системе RGB, и автобуса в текущем состоянии на некотором пробеге и их последующих математический анализ.

По результатам анализа формируются начальные значения диагностических параметров, предельные значения и допустимые диапазоны. Рассмотрим обобщенный алгоритм анализа на примере светотехнических приборов.

Светотехнические приборы автомобиля включают в себя фары, габаритные огни, стоп-сигналы, указатели поворотов, противотуманные фонари, задний тормозной свет и другие элементы освещения, которые необходимы для обеспечения безопасности движения на дороге. Рассмотрим алгоритм работы системы на примере проверки стоп-сигналов (рис. 1).

Для правильной работы системы нужно идентифицировать транспортное средство по государственному регистрационному номеру, далее идёт извлечение информации из базы данных характеристик эталонного объекта.

Следующим этапом является матричная обработка фото или видео текущего состояния автобуса. Определяются ячейки матрицы в которых размещаются стоп-сигналы и анализируются их цветовые характеристики

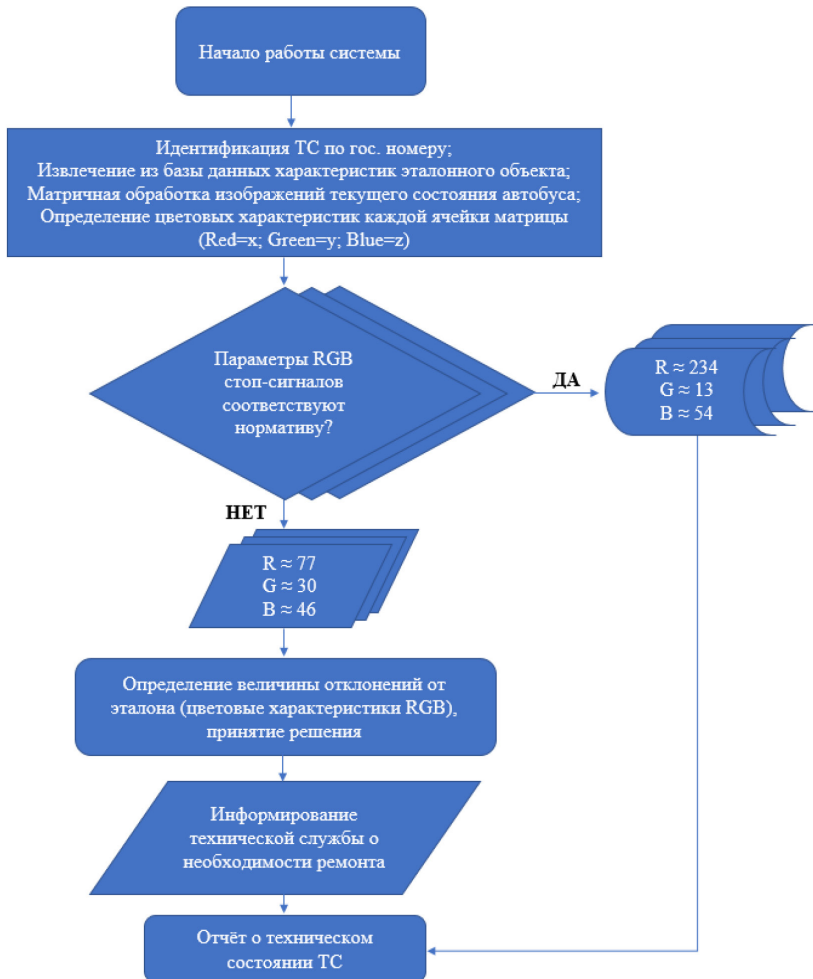


Рис. 1. Алгоритм работы системы на примере стоп-сигналов транспортного средства

Результаты апробации метода

Рассмотрим результаты апробации изложенного метода по приведенному алгоритму в отношении контроля стоп-сигналов. После захвата определенных ячеек матрицы изображения авто-

буса, в которых располагаются стоп-сигналы, отслеживается изменение цветовых характеристик этих ячеек с применением ПО Adobe Photoshop. Поскольку стандартным цветом работающего стоп-сигнала является красный цвет, то основным несущим информационным каналом является канал красного цвета R (Red), т.е. основное изменение величины параметра будет достигаться в красном цвете, таким образом рабочее состояние стоп-сигнала будет находиться в пределах для показателя красного (Red) от 150 до 255, а для зеленого и синего используется минимальное значение, что делает цвет красного более насыщенным и ярким. На рис. 2 приведены результаты оценки параметров цветовой системы RGB для неработающих (1) и работающих (2) стоп-сигналов городского автобуса.

В данном случае, если параметр $R \rightarrow \max$, т.е. 230-250, то стоп-сигналы работоспособны. Если параметр $R < 100$, то стоп-сигналы неработоспособны.



Рис. 2. Определение работоспособности стоп-сигналов автобуса по цветовым характеристикам RGB:

- 1 – Неработающие стоп-сигналы: Red ≈ 77 , Green ≈ 30 , Blue ≈ 46 ;
- 2 – Работающие стоп-сигналы: Red ≈ 234 , Green ≈ 13 , Blue ≈ 54 .

Результаты определения работоспособности фар головного света по параметрам системы RGB представлены на рисунке 3. Работающие фары содержат оттенки желтого цвета, который формиру-

ется суммой красного и зеленого (Red+Green) каналов, значения которых стремятся к максимальному (255), тогда как голубой стремится к нулю. Неработающие же фары имеют белый цвет, представляющий собой сумму $Red \approx 253$; $Green \approx 251$; $Blue \approx 253$



Рис. 3. Определение работоспособности фар по параметрам RGB:

- 1 – Фары работоспособны: $Red \approx 255$, $Green \approx 255$, $Blue \approx 0$;
- 2 – Фары неработоспособны или выключены: $Red \approx 253$; $Green \approx 251$; $Blue \approx 253$;



Рис. 4. Определение поврежденных зон кузова автобуса по параметрам цветовых характеристик RGB:

- 1 – Кузов (фрагмент) с повреждением: $Red \approx 157$, $Green \approx 147$, $Blue \approx 133$;
- 2 – Кузов автобуса без повреждения: $Red \approx 200$, $Green \approx 202$, $Blue \approx 201$;

RGB характеристика поврежденного кузова авто зависит от вида повреждения, его местоположения на машине и глубины

(рис. 4). Однако, если мы говорим об общих чертах, то RGB-характеристика поврежденного кузова тоже может быть описана общим изменением каналов цветовой характеристики.

При выявлении повреждений у автобуса, в программе различаются параметры красного, зелёного и голубого цвета. В результате система регистрирует отклонения и отображает изображение зон повреждений на компьютере. Кроме того, на характеристику RGB может влиять также степень загрязнения поверхности кузова. Если поверхность покрыта грязью и пылью, то это может привести к изменению значений каналов RGB. Поэтому, перед проведением анализа автобус должен быть подвергнут мойке.

В качестве другого примера рассмотрим проверку стекол автобуса на повреждения (рис. 5). Сравним цветовую характеристику целого лобового стекла автобуса и стекла с повреждениями. Как видно при оценке их в программе RGB, они имеют разную цветовую характеристику по трём каналам системы RGB.

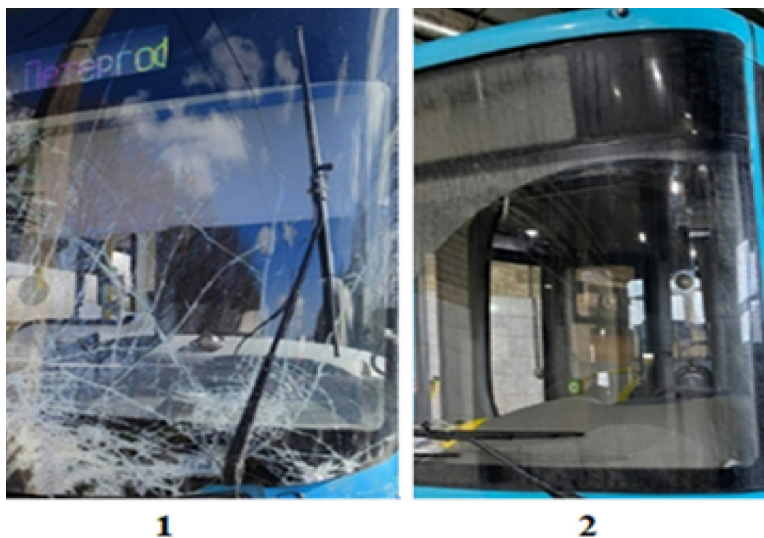


Рис. 5. Определение цветовых характеристик лобового стекла автобуса:
1 – Лобовое стекло с повреждениями: Red \approx 113, Green \approx 120, Blue \approx 126;
2 – Лобовое стекло без повреждений: Red \approx 175, Green \approx 174, Blue \approx 179;

Целое стекло обычно имеет более равномерное распределение цветов в RGB-каналах, в то время как разбитое стекло может иметь неравномерное искажение цветовых характеристик. Например, если стекло разбилось на куски, то на месте разрыва может появиться разная степень пропускания света через различные участки стекла, и это может приводить к изменению цветовой гаммы.

Цветовая характеристика шин может отличаться в зависимости от возраста, износа и материала, из которого они изготовлены. Например, новые шины обычно имеют более яркий и насыщенный цвет, обусловленный в том числе и большей остаточной высотой протектора и затемненными участками между выступами опорной части рисунка протектора, а старые шины – более затемненный и тусклый (рис. 6) с меньшей контрастностью протектора.



Рис. 6. Определение цветовых характеристик шин:
1 – Шина с износом: Red \approx 106, Green \approx 119, Blue \approx 136;
2 – Шина без износа: Red \approx 59, Green \approx 72, Blue \approx 81.

Некоторые параметры функционирования объекта (технического состояния автобуса), которые динамично изменяются во

времени, могут определяться не по статичному изображению, а при помощи анализа видеофрагмента, т.е. в динамике. Рассмотрим пример проверки работоспособности указателей поворота. RGB характеристики работающих указателей поворота автомобиля основываются на жёлтых и оранжевых цветах. Проверка работоспособности указателей поворота производится путем раскадровки видео. Определённая зона матрицы объекта исследования, где будут отслеживаться изменения её цветовой характеристики, будут анализироваться не в виде одной или нескольких фотографий, а с помощью видеофрагмента. Суть метода заключается в следующем: водитель включает аварийную сигнализацию или световые указатели поворота, автобус фиксируется видеокамерой (вид спереди, вид сзади). Автоматизированная система раскадровывает полученное видео на отдельные изображения с применением специального ПО, далее полученные изображения обрабатываются, и определяется степень изменения цветовой характеристики в определённой зоне матрицы во времени, т.е. покадрово (рис. 7).

Для определения цветов указателей поворота необходимо провести анализ значений в каждом канале на выбранном кадре. В случае, если указатель поворота светится красным цветом, то значение красного канала должно быть высоким, а значение зеленого и синего – низкими. Поскольку в Европе и в России стандартным цветом указателей поворотов является жёлтый цвет, соответственно максимальное изменение световых характеристик будет достигаться в канале красного и зелёного цвета, голубой имеет минимальные значения. Работающие указателя поворота будет находится в пределах для показателя красного и зелёного от 150 до 255, а нерабочий стоп-сигнал имеет значения до 100 единиц.

Таким образом, анализ цветовых RGB характеристик сигналов поворота позволяет определить работоспособные и неработоспособные светотехнические приборы. Кроме того, поскольку частота съемки стандартизирована (количество кадров в секунду), то анализ видеорядов (см. рис. 7) позволяет определять частоту срабаты-

вания сигналов поворота, а также длительность фаз горения и паузы, что также является контролируемым (согласно ГОСТ 33997) параметром технического состояния транспортных средств.

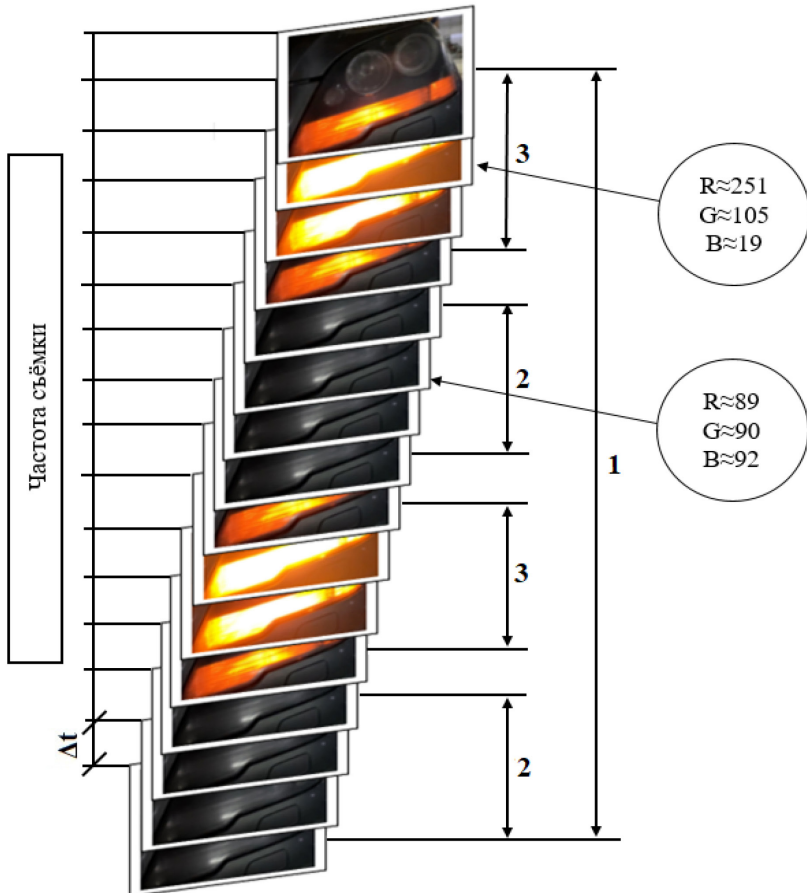


Рис. 7. Раскадровка видео работы указателя поворота:

- 1 – временной интервал двух циклов работы указателя поворота;
2 – длительность паузы (лампочка не горит); 3 – длительность горящей фазы

В результате проведенного исследования по анализу связи параметров технического состояния отдельных узлов и систем

автобуса с параметрами их внешнего вида, оцениваемыми численными показателям в цветовой системе RGB, удалось получить некоторые предварительные закономерности, представленные ниже в таблице 1. В ней представлены начальные значения диагностических (цветовых) параметров, предельные значения, при которых рассматриваемые систем заведомо являются неработоспособными, и диапазоны допустимых значений.

Таблица 1.

**Нормативы диагностирования АТС по параметрам
цветовой системы RGB**

Вид проверяемой системы	Диагностические параметры		
	Начальное	Допустимое	Предельное
Внешние повреждения кузова	200<R<255 200<G<255 200<B<255	150<R<200 150<G<200 150<B<200	R <150 G <150 B <150
Фары головного света	200<R<255 200<G<255	150<R <200 150<G <200	R <150 G <150
Стоп-сигналы	200<R<255	100<R <255	R <100
Указатели поворота	200<R<255 200<G<255 0<B <50	150<R<200 150<G<200 0<B<50	0<R<100 0<G<100 40<B<255
Шины	0<R<60 0<G<60 0<B<60	50<R<80 50<G<80 50<B<80	100<R 100<G 100<B
Остекление автобуса	170<R<180 170<G<180 170<B<180	150<R<170 150<G<170 150<B<170	R<130 G<130 B<130

Заключение

Представленные в таблице 1 данные носят предварительный характер и в дальнейшем будут уточняться. Например, очевидно, что данные цветовых характеристик для фар головного света будут зависеть от типа источника излучения (лампа накаливания, галогеновая лампа, газоразрядный источник и пр.). Отмеченное справедливо и для других узлов и систем автобуса, которые могут

исполняться на различной элементной базе и с использованием различных конструктивных материалов и иметь внешние отличия. Однако одно очевидно – имеются устойчивые закономерности, отражающие изменение параметров технического состояния автомобилей в функции от изменения параметров внешнего вида, оцениваемых в цветовой системе RGB. Определение и математическое описание данных закономерностей позволяет решить проблему автоматизации предрейсового (послерейсового) контроля автобусов, снизить продолжительность и трудоемкость операций контроля и, тем самым, снизить затраты на контроль и диагностику при эксплуатации, в условиях использования автоматизированной системы контроля в АТП.

Список литературы

1. Автоматические комплексы фоторегистрации нарушений. <http://www.olvia.ru/rus/products.php?s=3>
2. Автомобильные видеорегастраторы. <http://www.autoleon.ru/catalog/videoregistrator-avtomobilniy/>
3. Алфимцев, А. Н. Метод отслеживания транспортных средств в видеопотоке / А. Н. Алфимцев, И. И., Лычков, В. В. Девятков // Вестн. ИрГТУ. № 1 (60). 2012. С. 79–85.
4. Блянкинштейн И. М. Концепция измерения дымности отработавших газов дизелей : в 2 ч. Ч. 1 / И. М. Блянкинштейн, А. М. Асхабов, Е. С. Воеводин // Журнал автомобильных инженеров. 2010. № 2 (61). С. 38–41.
5. Блянкинштейн И. М. Метод виртуального измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств / И. М. Блянкинштейн, В.И. Иванов // Журнал автомобильных инженеров. 2013. № 4 (81). С. 42-44.
6. Блянкинштейн И.М. Способ диагностирования технического состояния элементов подвески транспортного средства / И.М. Блянкинштейн, Ф.Ю. Смоленков // Патент РФ № 2537211, Заявл. 16.12.2013, Опубл. 27.12.2014 Бюл. № 36.

7. Блянкинштейн И.М., Сенкевич Д.В. Концепция автоматизированной системы контроля технического состояния автобусов на основе видеорегистрации // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 1 (90). <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2022-19-1-121-129>
8. Измерительный комплекс «ИСКРА-ВИДЕО». <http://www.simicon.ru/rus/product/gun/archive/video.html>
9. Компания «ЕВРОСИВ». <http://shop.eurosiv.ru/>
10. Мобильный комплекс видеофиксации «ВИЗИР». <http://www.petrosk.ru/catalogpsk/gibdd/>
11. Официальный сайт компании Platforma. <https://platforma.id/distancionnaya-ocenka-avtomobilej/>
12. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 15.01.2021 г. № 9 «Об утверждении Порядка организации и проведения предрейсового или предсменного контроля технического состояния транспортных средств». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_385069/379d3090508d0a5bebf5a94df6d3ff80fa8855be/
13. Системы оптической оцифровки и измерения ATOS. <http://www.mcp.by/equipment?id=28>
14. Система оптических измерений динамических смещений и деформаций PONTOS. <http://www.mcp.by/equipment?id=23>
15. Стенды Развал-схождения колёс. Эволюция. Виды. <http://www.drive2.ru/b/798884/>
16. Фотограмметрия. <https://ru.wikipedia.org/wiki/фотограмметрия>
17. Электронная система Siver Data для контроля геометрии кузова. <http://www.siver.su/catalog/247/index.php>
18. Blyankinshtein I.M. et al. Concept and models for evaluation of black and white smoke components in diesel engine exhaust // Transport problems, Volume 12, Issue 3, 2017. P. 83-93. <https://doi.org/10.20858/tp.2017.12.3.8>
19. Conceptual Approaches to Traffic Monitoring Design Under Varying Conditions of Vehicle Traffic / Alexander Afanasyev; Ruslan Safullin; Elena Kuznetsova; Nickolay Podoprigora; Viktoria Vaga // 2022 Inter-

- national Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 20-22 October 2022, IEEE, Vienna, Austria. <https://doi.org/10.1109/EMCTECH55220.2022.9934067>
20. Fei Liu A video-based real-time adaptive vehicle-counting system for urban roads / Fei Liu, Zhiyuan Zeng, Rong Jiang // PLoS ONE, 2017, vol. 12(11): e0186098. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186098>
21. Smolenkov F. The Diagnosing of Vehicle Steering System by Video Recording Method / F. Smolenkov, I. Blyankinshtein, MATEC Web Conf. The VI International Scientific and Practical Conference “Information Technologies and Management of Transport Systems” (ITMTS 2020). 2021. Vol. 334, 9 p. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202133402018>
22. Zhong Zhen-Jie, Research on Detection and Tracking of Moving Vehicles in Complex Environment Based on Real-Time Surveillance Video / Zhong Zhen-Jie; Wang Qi // 2020 3rd International Conference on Intelligent Robotic and Control Engineering (IRCE), 10-12 August 2020, Oxford, UK. <https://doi.org/10.1109/IRCE50905.2020.9199246>

References

1. Automatic complexes of photo registration of violations. <http://www.olvia.ru/rus/products.php?s=3>
2. Automobile video recorders. <http://www.autoleon.ru/catalog/video-registrator-avtomobilniy/>
3. Alfimtsev A. N., Lychkov I. I., Devyatkov V. V. *Vestn. IrGTU*, 2012, no. 1 (60), pp. 79–85.
4. Blyankinshteyn I. M., Askhabov A. M., Voevodin E. S. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov*, 2010, no. 2 (61), pp. 38–41.
5. Blyankinshteyn I. M., Ivanov V.I. *Zhurnal avtomobil'nykh inzhenerov*, 2013, no. 4 (81), pp. 42-44.
6. Blyankinshteyn I.M. Sposob diagnostirovaniya tekhnicheskogo sostoyaniya elementov podveski transportnogo sredstva [Method of diagnosing the technical condition of the vehicle suspension elements] / I.M. Blyankinshteyn, F.Yu. Smolenkov. Russian Federation Patent No. 2537211, Appl. 16.12.2013, Publ. 27.12.2014, Bulletin No. 36.

7. Blyankinshteyn I.M., Senkevich D.V. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*, 2022, no. 1 (90). <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2022-19-1-121-129>
8. Measuring complex “ISKRA-VIDEO”. <http://www.simicon.ru/rus/product/gun/archive/video.html>
9. Company “EUROSIV”. <http://shop.eurosiv.ru/>
10. Mobile complex of video fixation “VISIR”. <http://www.petrosk.ru/catalogpsk/gibdd/>
11. The official site of the company Platforma. <https://platforma.id/distanceionnaya-ocenka-avtomobilej/>
12. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation from 15.01.2021 № 9 “On approval of the Order of organization and conduct of pre-flight or pre-shift control of the technical condition of vehicles”. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_385069/379d-3090508d0a5bebf5a94df6d3ff80fa8855be/
13. ATOS optical digitization and measurement systems. <http://www.mcp.by/equipment?id=28>
14. PONTOS optical measurement system for dynamic displacements and deformations. <http://www.mcp.by/equipment?id=23>
15. Wheel camber stands. Evolution. Types. <https://www.drive2.ru/b/798884/>
16. Photogrammetry. <https://ru.wikipedia.org/wiki/fotogrammetriya>
17. Siver Data electronic system for body geometry inspection. <http://www.siver.su/catalog/247/index.php>
18. Blyankinshtein I.M. et al. Concept and models for evaluation of black and white smoke components in diesel engine exhaust. *Transport problems*, 2017, vol. 12, no. 3, pp. 83-93. <https://doi.org/10.20858/tp.2017.12.3.8>
19. Conceptual Approaches to Traffic Monitoring Design Under Varying Conditions of Vehicle Traffic / Alexander Afanasyev; Ruslan Safullin; Elena Kuznetsova; Nickolay Podoprigora; Viktoria Vaga. *2022 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), 20-22 October 2022, IEEE, Vienna, Austria*. <https://doi.org/10.1109/EMCTECH55220.2022.9934067>

20. Fei Liu A video-based real-time adaptive vehicle-counting system for urban roads / Fei Liu, Zhiyuan Zeng, Rong Jiang. *PLoS ONE*, 2017, vol. 12(11): e0186098. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186098>
21. Smolenkov F. The Diagnosing of Vehicle Steering System by Video Recording Method / F. Smolenkov, I. Blyankinshtein, *MATEC Web Conf. The VI International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Management of Transport Systems" (ITMTS 2020)*, 2021, vol. 334, 9 p. <https://doi.org/10.1051/matecco-nf/202133402018>
22. Zhong Zhen-Jie, Research on Detection and Tracking of Moving Vehicles in Complex Environment Based on Real-Time Surveillance Video / Zhong Zhen-Jie; Wang Qi. *2020 3rd International Conference on Intelligent Robotic and Control Engineering (IRCE), 10-12 August 2020, Oxford, UK*. <https://doi.org/10.1109/IRCE50905.2020.9199246>

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Блянкинштейн Игорь Михайлович, профессор кафедры «Техническая эксплуатация транспортных средств», доктор технических наук

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

ул. 2-я Красноармейская, 4, г. Санкт-Петербург, 190005, Российская Федерация
blyankinshtein@mail.ru

Сенкевич Дмитрий Вадимович, магистрант

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

ул. 2-я Красноармейская, 4, г. Санкт-Петербург, 190005, Российская Федерация
SenDim1999@Yandex.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Igor M. Blyankinstein, Professor of the Department «Technical Exploitation of Vehicles», Doctor of Engineering Sciences
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., St Petersburg, 190005, Russian Federation
blyankinshtein@mail.ru

Dmitry V. Senkevich, Master's Student of the «Technical Exploitation of Vehicles»
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering
4, 2nd Krasnoarmeiskaya Str., St Petersburg, 190005, Russian Federation
SenDim1999@Yandex.ru

Поступила 10.08.2023
После рецензирования 28.08.2023
Принята 30.08.2023

Received 10.08.2023
Revised 28.08.2023
Accepted 30.08.2023