

### Список литературы

1 Указ Президента Российской Федерации от 16.03.2010 г. № 321 «О мерах по организации движения высокоскоростного железнодорожного транспорта в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc\\_itself=&vkart=card&nd=102136576&page=1&rdk=0](http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?doc_itself=&vkart=card&nd=102136576&page=1&rdk=0). – Дата доступа : 28.09.2024.

2 Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001202007210012>. – Дата доступа : 28.09.2024.

3 Оценка конкурентоспособности высокоскоростного железнодорожного и авиационного транспорта на расстояние перевозки до 1000 км / А. С. Кожевникова [и др.] // Управление эксплуатационной работой на транспорте (Уэрт–2022) : сб. трудов Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 15–16 марта 2022 года / под ред. А. Ю. Панычева, Т. С. Титовой, О. Д. Покровской; отв. за вып. А. В. Сугоровский [и др.]. – СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2022. – С. 253–257. – EDN ODQZTP.

4 Вопросы оценки эффективности транспортных процессов в цепях поставок / Т. Г. Сергеева [и др.] // Транспортное дело России. – 2024. – № 1. – С. 267–269. – EDN DKFZDQ.

5 Никифорова, Г. И. Развитие пассажирских перевозок в современных условиях / Г. И. Никифорова, Т. Г. Сергеева, О. П. Кизляк // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа, Гомель, 16–17 ноября 2023 г. / под ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 261–263. – EDN GJGIJN.

УДК 612.845.552: 004.932

## РЕКОЛОРИЗАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ВИДЕО ДЛЯ МАШИНИСТОВ С АХРОМАТОПСИЕЙ С ЦЕЛЬЮ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

*В. В. СИНИЦЫНА*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск*

Как известно, аномалии цветового зрения не только препятствуют корректному восприятию окружающей человека визуальной информации, но и представляют собой серьезные помехи на пути освоения многих профессий. Одной из таких профессий является машинист поезда. Так, среди аномалий цветового зрения, не позволяющих человеку работать на должности машиниста поезда, особенно выделяется ахроматоПСия, встречающаяся лишь у 1 из 30 000 человек на земном шаре и представляющая собой аномалию цветового зрения, при которой наблюдается дисфункция колбочковой системы. Люди с ахроматоПСией видят мир в оттенках серого цвета, причем два абсолютно различных для нормального трихромата цвета могут быть восприняты ахроматопом как одинаковые оттенки серого. Стоит отметить, что в темное время суток люди с ахроматоПСией хорошо ориентируются в пространстве вследствие корректно функционирующих палочек, представляющих собой клетки-рецепторы сетчатки, чувствительные к силе света и действующие преимущественно при сумеречном или ночном зрении.

Кроме того, из-за такого сопутствующего заболевания, как светобоязнь, люди с ахроматоПСией вынуждены в дневное время суток использовать солнцезащитные очки. А вследствие распространенности среди ахроматопов гиперметропии или, реже, миопии, люди с ахроматоПСией обычно пользуются в повседневной жизни очками для коррекции гиперметропии или миопии.

В литературе указаны две формы ахроматоПСии: полная и неполная. АхроматоПСия является полной, если у человека наблюдаются абсолютное отсутствие восприятия цвета и такие сопутствующие заболевания, как нистагм и светобоязнь, и неполной, если у человека присутствует небольшое цветоразличение и либо отсутствуют нистагм и светобоязнь, либо же они присутствуют в более легкой форме [1]. Наиболее распространенной является полная ахроматоПСия. Кроме того, встречается как врожденная ахроматоПСия, так и приобретенная. Приобретенная ахроматоПСия именуется церебральной (или центральной) и связана с повреждением коры головного мозга [2]. В ICD (International Classification of Diseases) ахроматоПСия имеет код H53.51 [3].

В «Перечне медицинских противопоказаний к работе по должностям работников железнодорожного транспорта общего пользования, непосредственно обеспечивающих перевозочный процесс» Республики Беларусь указано, что в случае наличия у работника монохроматизма, а ахрома-

топсия представляет собой палочковый монохроматизм, данное нарушение классифицируется в качестве выраженного нарушения способности к трудовой деятельности. Стоит отметить, что машинисты не могут осуществлять пассажирские перевозки при наличии данной аномалии [4].

Запрет на работу машинистами для людей с ахроматопсией вполне обоснован, так как в процессе управления транспортным средством у машиниста с ахроматопсией могут возникать сложности в случае необходимости определить цвет какого-либо объекта или же отличить один объект от другого по цвету.

На сегодняшний день в литературе встречаются два основных метода реколоризации изображений для ахроматопов. В первом методе предполагается, что разница, воспринимаемая между двумя цветами, пропорциональна их соответствующей воспринимаемой разнице в оттенках серого цвета. Второй метод дополняет предыдущий, используя целевую константу пропорциональности  $K$ . Идея данного метода состоит в сохранении постоянства яркости и контраста. Контраст не меняет своего значения благодаря сохранению относительного расстояния между каждой парой цветов.

Стоит отметить, что в существующих методах не указаны используемые последовательности обработки цветов, не уделено внимание вопросу помощи людям с ахроматопсией в возможности различать цвета, схожие в восприятии ахроматопов, но совершенно отличные в представлении нормальных трихроматов, не учитывается наличие у людей с ахроматопсией такого сопутствующего заболевания, как светобоязнь.

Разработка новых методов реколоризации изображений и видео способствует не только развитию безграничного доступа людей с цветоаномалиями к любому типу визуальной информации, но и предоставляет возможность вовлечения в профессии людей, испытывающих трудности с подобного рода деятельностью в силу наличия у них ахроматопсии.

Целью данной работы является определение возможности применения методов реколоризации изображений и видео для ахроматопов в работе машинистов с ахроматопсией с целью осуществления безопасных пассажирских железнодорожных перевозок.

Кроме того, поставлены следующие задачи:

- определить, в каких случаях необходимо применение методов реколоризации изображений и видео для ахроматопов в работе машинистов;
- обозначить особенности применяемых методов реколоризации.

Очевидно, что методы реколоризации изображений и видео призваны помогать машинистам корректно различать цвета сигналов светофора, железнодорожных знаков, а также различных элементов на панели управления. Так как не представляется возможным сделать цветовую составляющую реколоризованных визуальных данных для машинистов с ахроматопсией, близкой в восприятии к тем цветам, которые наблюдает нормальный трихромат, необходимо сделать цвета на изображении или видео наиболее различимыми.

Следует также учитывать наличие у ахроматопов такого сопутствующего заболевания, как светобоязнь, которая, соответственно, требует от людей с ахроматопсией ношения солнцезащитных очков в светлое время суток. В случае наличия у машиниста гиперметропии или миопии необходимо также использование машинистом соответствующих очков. Кроме того, машинист поезда должен иметь возможность различать цвета моргающих ламп на панели управления в кабине так же хорошо, как и сигналы светофоров, железнодорожные знаки.

Реализовать методы следует в программном обеспечении, применяемом в очках, которые позволяют загружать соответствующее программное обеспечение и отображать окружающую действительность в соответствии с наиболее корректным для работников с ахроматопсией представлением. В связи с этим необходимо упомянуть некоторые особенности методов реколоризации. Так, скорость обработки программным обеспечением принимаемой информации должна быть довольно высокой, т. е. важны такие характеристики, как скорость обработки видеопотока, распознавание ключевых для наблюдения объектов и их реколоризация. Вероятности выхода из строя устройства, сбоя алгоритмов должны стремиться к нулю, так как подобные неполадки повлекут за собой катастрофические последствия.

Таким образом, необходимо отметить, что проблема наличия ахроматопсии у машинистов поездов является достаточно актуальной, так как не позволяет людям с данной цветовой аномалией за-

нимать данную должность. Однако на сегодняшний день возможно применение методов реколоризации визуальной информации, которые помогут машинистам с ахроматопсией осуществлять безопасные пассажирские железнодорожные перевозки. Следует особенно отметить, что такие методы реколоризации должны помогать машинистам отличать оттенки серого друг от друга, если данные цвета в изначальном своем представлении для нормальных трихроматов являются разными цветами. Кроме того, необходимо учитывать наличие у машинистов с ахроматопсией таких сопутствующих заболеваний, как светобоязнь, гиперметропия, миопия, что подразумевает ношение машинистами солнцезащитных очков или же очков для коррекции гиперметропии или миопии.

#### Список литературы

1 Achromatopsia: clinical features, molecular genetics, animal models and therapeutic options / N. Hirji [et al.] // *Ophthalmic Genetics*. – 2018. – Vol. 39, № 2. – P. 149–157.

2 Bartolomeo, P. The anatomy of cerebral achromatopsia: a reappraisal and comparison of two case reports / P. Bartolomeo, A.-C. Bachoud-Levi, M. T. Schotten // *Cortex*. – 2014. – Vol. 56. – P. 138–144.

3 ICD.Codes [Electronic resource]. – Mode of access : <https://icd.codes/>. – Date of access : 15.09.2024.

4 Об организации медицинского обеспечения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта общего пользования и об установлении отдельных форм медицинских документов [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 31 окт. 2012 г. № 171 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.

УДК 656.13

## ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО ГОРОДА

С. В. СКИРКОВСКИЙ

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

За последние сто лет мир столкнулся с быстрой урбанизацией. По данным ООН, с 2007 года более половины населения Земли проживает в городах. К 2050 году около 70 % жителей планеты будут жить в городах, что создаст новые вызовы для планирования городского пространства и стратегий бизнеса. Города генерируют 80 % глобального ВВП, но также ответственны за 70 % глобальных выбросов углерода и более 60 % использования ресурсов. Транспортная система городов должна быть устойчивой и способной адаптироваться к изменениям для обеспечения устойчивого развития. Поэтому новые тренды в развитии городов уже сформировали принципиально новую концепцию их развития, которую можно представить четырьмя определениями: «*Избегай* (лишней мобильности) – *Заменяй* (мобильность цифровой активностью) – *Сдвигай* (все перемещения в экологичное поле) – *Улучшай* (перемещения)» [1].

С помощью математического моделирования решаются различные задачи в области транспортно-градостроительного проектирования. Можно выделить следующие группы задач:

- выявление особенностей действующей транспортной системы;
- оценка последствий принятия решений по развитию транспортной системы;
- определение параметров объектов транспортной инфраструктуры на основе анализа спроса на передвижения.

Моделирование также используется для решения других задач в сфере транспортно-градостроительного проектирования и территориального анализа [2].

Стадия постановки задачи с использованием математического моделирования включает:

- уяснение целей задачи и предварительную оценку возможных результатов её решения;
- определение целевого критерия (эффективности, качества, целевой функции);
- формулировку задачи в соответствии с поставленными целями.

Выявление ключевых характеристик городской транспортной системы происходит во время изучения текущего состояния и комплексной оценки территории. С помощью моделирования определяются общие и зональные показатели работы транспортной системы, такие как среднее время