

Научная статья
УДК 625.096:351.811.12
doi: 10.46684/2687-1033.2024.4.423-429

Исследование безопасности дорожного движения с позиции информационной загрузки водителя

И.Н. Пугачев¹, Д.Е. Григоров², Н.Г. Шешера^{3✉}

¹ Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (ХФИЦ ДВО РАН); г. Хабаровск, Россия;

^{2,3} Дальневосточный юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации имени И.Ф. Шилова (ДВЮИ МВД России имени И.Ф. Шилова); г. Хабаровск, Россия

¹ ipugachev64@mail.ru

² glowfisch8lan@gmail.com

³ kolyaka239@mail.ru✉

АННОТАЦИЯ

Водитель понимает сложившиеся режимы дорожного движения и установленные правила, ориентируясь на поступающую к нему через зрительный аппарат информацию, однако психофизические возможности по анализу данных человеком ограничены. Это должны учитывать дорожные организации в своей деятельности. Необходимо установить обоснованный информационный предел, поэтому целью работы стала разработка алгоритма анализа взгляда водителя при движении на автомобильном транспорте для определения информационного перегруза. Данный показатель позволит охарактеризовать ДТП.

Оценка аварийности на автомобильном транспорте — многогранная задача, которую пытались решить ученые в мире. Предпринимались попытки и с позиции информационной загрузки водителя, но до сих пор нет обоснованных информационных пределов, после которых происходит недооценка сложившихся режимов движения, поэтому данная работа актуальна с научной и практической точек зрения.

Современные технологии расширили возможности по обработке данных, в том числе в области компьютерного зрения. Применен подход видеоокулографии. Разработан программный прототип отслеживания взгляда по изменению положения зрачков в кадре видеопотока.

Взгляд водителя регистрируется через координатные точки x, y . После подготовки алгоритма для записи данных и обустройства специальными техническими средствами автомобиля совершен тестовый заезд по местам концентрации ДТП, собрана информация. Для достоверности выводов регистрируемые координаты сопоставлены с объектами привлечения внимания водителя (дорожные знаки, обочины, светофоры и т.п.). Подтверждена точность программы.

Проведены исследования влияния информационной загруженности водителей на аварийность.

Разработанный программный прототип имеет высокую точность, сведения табулируются и имеют исчерпывающую информативность. Исследования влияния информационной загрузки на аварийность требуют изменения подхода к подготовке и обработке данных.

Ключевые слова: автомобильный транспорт; направление взгляда водителя; определение положения зрачков; безопасность дорожного движения

Для цитирования: Пугачев И.Н., Григоров Д.Е., Шешера Н.Г. Исследование безопасности дорожного движения с позиции информационной загрузки водителя // Техник транспорта: образование и практика. 2024. Т. 5. Вып. 4. С. 423–429. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.4.423-429>.

Original article

Study of road safety from the position of driver information load

Igor N. Pugachev¹, Denis E. Grigorov², Nikolay G. Sheshera^{3✉}

¹ Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences; Khabarovsk, Russian Federation;

^{2,3} Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after I.F. Shilova; Khabarovsk, Russian Federation

¹ ipugachev64@mail.ru

² glowfisch8lan@gmail.com

³ kolyaka239@mail.ru✉

© И.Н. Пугачев, Д.Е. Григоров, Н.Г. Шешера, 2024

ABSTRACT

The driver understands the existing traffic conditions and established rules, focusing on the information received through the visual apparatus, but the psychophysical capabilities of a person to analyze data are limited. Road organizations should take this into account in their activities. It is necessary to establish a reasonable information limit, so the goal of the work was to develop an algorithm for analyzing the driver's gaze while driving in road transport to determine information overload. This indicator will help characterize road accidents.

Assessing accident rates in road transport is a multifaceted task that has been approached from different angles by scientists around the world. Attempts have also been made from the perspective of the driver's information load, but there are still no justified information limits beyond which the existing driving modes are underestimated, so this work is relevant from a scientific and practical point of view.

Modern technologies have expanded the capabilities of data processing, including in the field of computer vision. In this work, the approach used was video culography. A software prototype for eye tracking based on changes in the position of the pupils in a video stream frame has been developed.

The driver's gaze is recorded through coordinate points x, y . After preparing the algorithm for recording data and equipping the car with special technical means, a test drive was carried out in places where accidents were concentrated, and data was collected. To ensure the reliability of the conclusions, the recorded coordinates are compared with objects that attract the driver's attention (road signs, roadsides, traffic lights, etc.). The accuracy of the program has been confirmed.

Studies have been conducted on the impact of drivers' information load on accident rates.

The developed software prototype is highly accurate, the data is tabulated and has comprehensive information content. Research into the impact of information load on accident rates requires a change in the approach to data preparation and processing.

Keywords: road transport; driver's gaze direction; determination of pupil position; road safety

For citation: Pugachev I.N., Grigorov D.E., Sheshera N.G. Study of road safety from the position of driver information load. *Transport technician: education and practice*. 2024:5(4).423-429. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2024.4.423-429>.

ВВЕДЕНИЕ

Система обеспечения безопасности дорожного движения содержит комплекс мероприятий, направленный на достижение максимальной эффективности транспортных сооружений в безаварийном режиме [1, 2]. Основной акцент при этом делается на водителя, как ключевой элемент системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС). Управляя автомобилем, он должен ориентироваться в сложившейся ситуации для экстренного принятия мер, понимать установленные режимы движения и быть готовым к их изменению. С этой целью предусматривают различные информационные дорожные знаки, упрощают на них изображения для мгновенного усваивания, вводят унифицированное представление о регулировании дорожным движением и т.п. Эти мероприятия должны подготовить водителя ориентироваться на участке дорожного движения [3].

Понятийный аппарат человека представляет собой систему когнитивных функций, которые позволяют понимать, анализировать и интерпретировать информацию, получаемую из внешнего мира. Он включает различные процессы, такие как восприятие, внимание, память, мышление, речь, и является основой для обработки информации и принятия решений [4], которые позволяют

человеку ориентироваться в окружающем мире, распознавать предметы, людей и события, смысл и значение. Поэтому дорожные знаки максимально упрощают для восприятия [5]. При этом особое внимание уделяют информационной загруженности участка и положению дорожных знаков. Водитель не должен тратить много времени на анализ информации или искать ее, переводя взгляд из одной области в другую. Время играет важную роль. Ситуация ухудшается при движении в плотном потоке [6]. Водитель должен обладать пространственным мышлением, прогнозировать возможные маневры других участников движения.

Наряду с дорожной информацией коммерческие организации пытаются привлечь внимание водителя к рекламным вывескам, баннерам и т.п. Это проблема, которой на сегодняшний день нет решения, так как показатель — информационный перегруз водителя не исследован до такой степени, чтобы можно было определить пороговые значения, при которых транспортные сооружения перестают быть безопасными [7, 8].

Главным показателем информационной загрузки транспортных объектов, в первую очередь, является частота и амплитуда перемещений взгляда водителя за единицу времени [9]. Определив данный показатель и сопоставив его с уровнем аварийности участка, появится возможность оха-

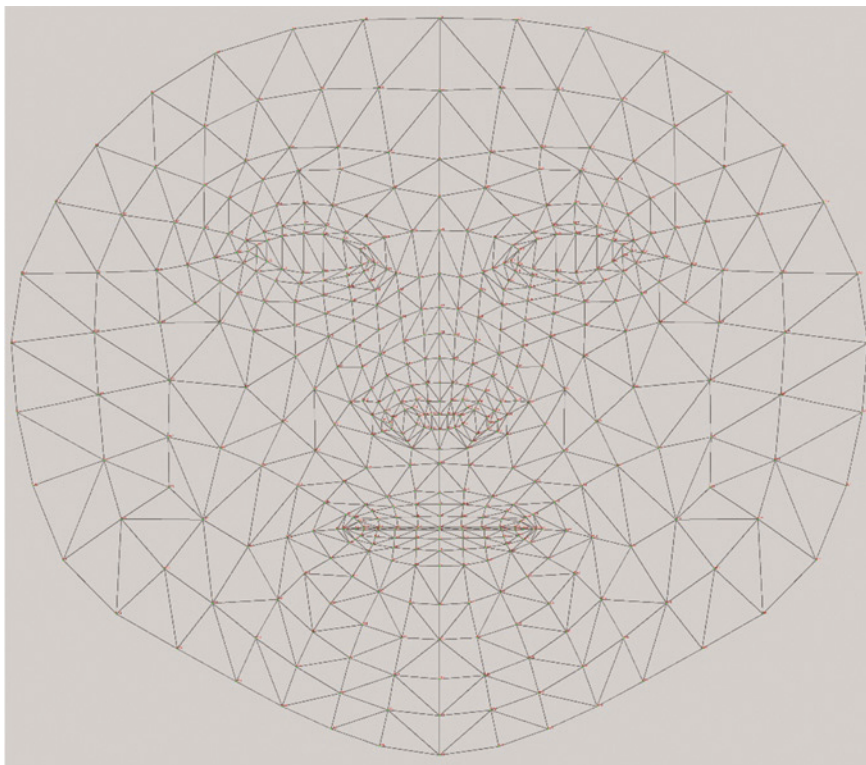


Рис. 1. Опорная сетка лица

рактизовать его опасность с позиции информационной загрузки [10, 11]. Именно поэтому целью работы стала разработка алгоритма анализа взгляда водителя при движении на автомобильном транспорте для определения информационного перегруза.

В окулографии существует несколько методов распознавания взгляда [12]:

- электрокортикография (ЭкоГ) — метод, основанный на измерении электрической активности глазных мышц при перемещении глаз;
- электроокулография (ЭОГ) — метод, использующий электроды для регистрации изменений электрической активности в глазах при движении взгляда;
- магнитоэнцефалография (МЭГ) — метод, позволяющий измерять электромагнитные сигналы мозга при перемещении глаз;
- инфракрасная окулография — метод, основанный на использовании инфракрасных датчиков для отслеживания движения глаз и фиксации точного направления взгляда;
- видеоокулография (ВОГ) — метод, использующий видеокамеры для записи движений глаз и анализа их параметров.

Для отслеживания параметров взгляда водителя при исследовании подходят последние два

метода, так как используемое оборудование не стесняет движения, позволяя человеку вести себя естественно. Оборудование доступное и не загромождает обзор.

В данной работе использован метод ВОГ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проект реализован с использованием модели Face Mesh, применяемой в области компьютерного зрения при обработке изображений. Она состоит из набора точек или вершин, которые образуют сетку лица [13]. Face Mesh обычно используется для распознавания таких объектов, как глаза, нос, рот, а также для оценки выражений лица и эмоций (рис. 1). Модель реализуется с использованием различных технологий и библиотек, таких как TensorFlow, OpenCV, MediaPipe и т.п., что позволяет проводить анализ лица на изображениях или видео.

Подготовлен специальный алгоритм, который позволяет достоверно определить позицию глаза на изображении и отслеживать его движения¹.

Перед началом работы были определены области глаз по номерам ключевых узлов опорной сетки лица для снижения площади расчета

¹ GitHub URL: <https://github.com/glowfisch8lan/5b5956b3bbc>



Рис. 2. Область глаз опорной сетки лица модели Face Mesh

(рис. 2) [14]. В зависимости от анатомических особенностей человека можно использовать разные контуры. На рис. 2 приведены некоторые обозначения большого контура, на рис. 3, б, применялся малый (совместно с контурами губ, бровей и контура лица) с номерами опорных точек для левого глаза (362, 382, 381, 380, 374, 373, 390, 249, 263, 466, 388, 387, 386, 385, 384, 398) и правого (33, 7, 163, 144, 145, 153, 154, 155, 133, 173, 157, 158, 159, 160, 161, 246).

После предварительной настройки точности программы совершен тестовый заезд на автомобиле по магистральным улицам г. Хабаровска, участки которых обладают различными показателями интенсивности транспортного потока и аварийности. В салоне были установлены две камеры видеонаблюдения, одна на лицо водителя; вторая, вспомогательная, фиксировала обстановку перед автомобилем в случае необходимости дополнительного анализа (рис. 3). Для автоматизации процесса обработки и локационной привязки транспортного средства использовался GPS-трекер [15].

Направление взгляда определялось с использованием методов отслеживания движений глаз, анализа глазных дескрипторов и обработки изображений путем сравнения кадров, которые включают анализ движения зрачка, фиксацию взгляда на различные области изображения и другие методы.

На основе данных об изменении положения глаз с помощью специального программного инструмента-детектора устанавливается направление взгляда с высокой точностью. По размеру кадра видеопотока рассчитываются координаты, на которые он направлен.

Каждый кадр видеопотока состоит из определенного набора пикселей, которые в совокупности составляют координатную сетку. Например, если количество пикселей 1024×768 , то центральная точка будет находиться в координатах $y = 384$, $x = 512$ соответственно, при выявлении направления зрения в этих координатах водитель будет смотреть прямо.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При исследовании в задачу водителя входило изучение дорожных знаков таким образом, чтобы при их проезде он смог объяснить сложившийся режим движения на участке в определенный момент времени. Запрещено отвлекаться на рекламные баннеры или другие объекты, не относящиеся к улично-дорожной сети.

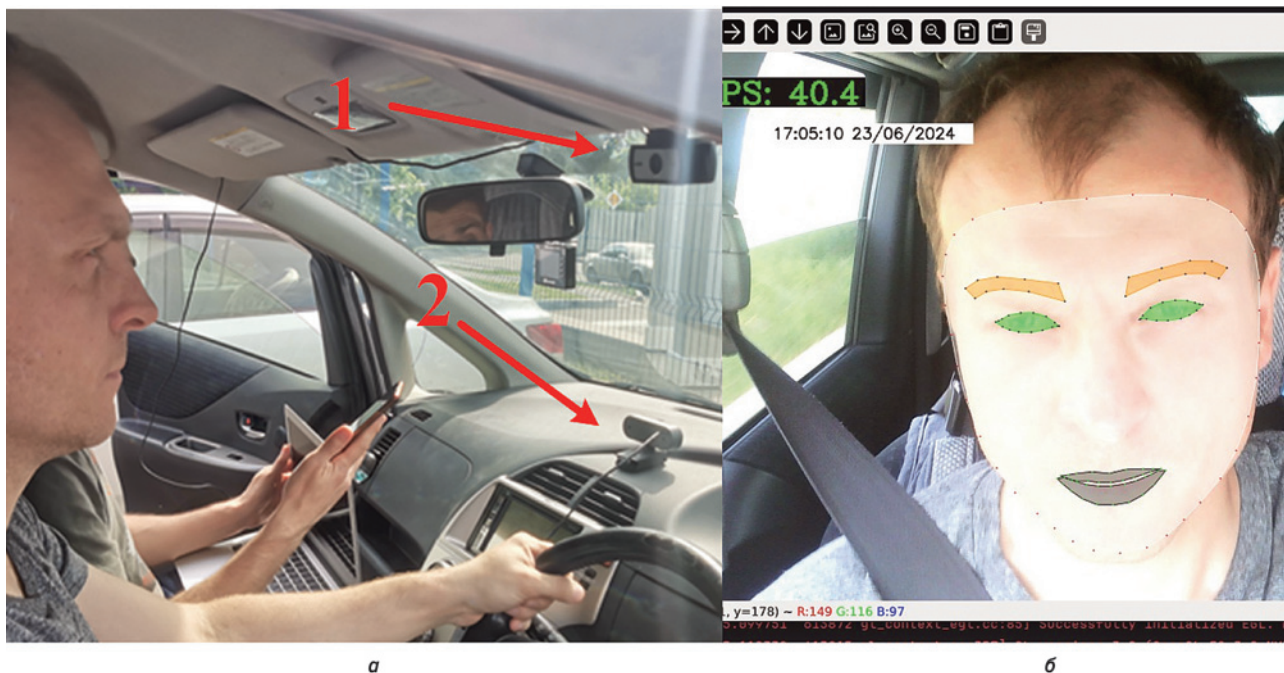


Рис. 3. Фиксация взгляда водителя при осуществлении тестового заезда: а – установка камер видеонаблюдения; 1 – для фиксации взгляда; 2 – вспомогательная; б – предварительная обработка данных для определения точности

По завершении эксперимента получены координаты направления взгляда на протяжении всего движения автомобиля. Проведен сравнительный анализ. Для этого использовался фрагмент данных на участке перед пешеходным переходом по ул. Ленина в районе д. 11. Координаты записаны в следующем виде: [1001, 567], [1072, 598], [1068, 596], [1061, 593], [1064, 592], [1064, 593], [1067, 592], [1070, 591], [1078, 607], [1081, 605], [1082, 608], [1034, 624], [1036, 617], [909, 597], [906, 598], [906, 598], [878, 574], [875, 572], [837, 552], [839, 555], [838, 555], [819, 553], [819, 554], [794, 556], [793, 554], [793, 556], [776, 560], [780, 559], [749, 559], [747, 557], [746, 557], [714, 559], [714, 559], [690, 566], [692, 567], [692, 566], [766, 554], [765, 552], [897, 544], [948, 536], [942, 537], [959, 539], [954, 541], [963, 560], [961, 560], [962, 559], [956, 569], [955, 572], [798, 560], [794, 560], [794, 559], [707, 560], [703, 560], [677, 558], [677, 556], [676, 557], [671, 556], [669, 554], [667, 551], [671, 552], [670, 552], [671, 597], [674, 595], [657, 606], [649, 605], [650, 607], [682, 617], [676, 619], [707, 627], [709, 626]. Полученные значения соединены векторами, в результате чего в двухмерной плоскости x, y построена ломанная линия, демонстрирующая перемещение взгляда водителя по координатам, она помещена на соответствующий кадр видеопотока вспомогательной камеры (рис. 2) в анализируемый момент времени (рис. 4).

Как видно из рис. 4, водитель пытается рассмотреть обочину в пределах пешеходного перехода, переместил взгляд на светофорную стойку, где находятся дорожные знаки и светофор, затем, контролируя дистанцию до впереди едущего автомобиля и встречную полосу для движения, перевел взгляд на дублирующий светофор. Возможно, в этот момент он пытается обнаружить в районе светофора дополнительные дорожные знаки. Отвлекающие рекламные баннеры или яркие вывески магазинов отсутствуют, взгляд водителя становится сконцентрированным на объектах управления дорожным движением, что и было продемонстрировано.

В результате тестового заезда и анализа фрагмента информации можно сделать вывод о точности выбранного метода исследования.

Ориентируясь на опыт обработки больших данных с использованием методов машинного обучения, проведены исследования влияния информационной загрузки водителя на ДТП [16]. К собранным координатам направления взгляда водителя были добавлены соответствующие геопозиции ДТП, произошедшие в течение года. Выполнены исследования методами глубокого обучения и случайного леса. К сожалению, Assigasu (метрика для оценки точности модели машинного обучения) во



Рис. 4. Направление взгляда водителя в анализируемый момент времени

всех случаях не превышала 0,6, что говорит о низком качестве прогностических моделей.

Для повышения точности необходимо провести дополнительные исследования, которые будут включать пополнение данных, группировку признаков в интервалах, нормализацию значений, изменения функций активации и т.п.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Информационная нагрузка водителей является важным показателем обеспечения безопасности дорожного движения. Это было доказано в 70-х годах профессором В.Ф. Бабковым [17]. При обустройстве транспортной инфраструктуры необходимо ориентироваться прежде всего на психофизические возможности водителя по обработке информации в условиях высокой динамичности взаимодействия участников дорожного движения. На сегодняшний день с использованием вычислительной техники и инструментов компьютерного зрения возможно математически представить направление взгляда водителя. В результате чего разработан подход по его анализу, включающий методику и программный прототип.

Первую попытку охарактеризовать места концентрации ДТП с позиции информационной загрузки водителей можно считать неудачной, так как использовался малый объем необработанных данных (полученных в результате тестового заезда). Соответственно, выводы нельзя считать исчерпывающими, а результаты окончательными. Требуется дальнейшие исследования, которые послужат основой для других работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Te Brömmelstroet M. Increase road safety or reduce road danger: challenging the mainstream road safety discourse // *Traffic Safety Research*. 2024. Vol. 5. P. e000043. DOI: 10.55329/vfer7646
2. Papadimitriou E., Pooyan Afghari A., Tselentis D., van Gelder P. Road-safety-II: opportunities and barriers for an enhanced road safety vision // *Accident Analysis & Prevention*. 2022. Vol. 174. P. 106723. DOI: 10.1016/j.aap.2022.106723
3. Singh Y., Sharma D. Measuring the level of road safety through road safety audit – a case study from Himalayan expressway // *International Journal for Multidisciplinary Research*. 2023. Vol. 5. Issue 5. DOI: 10.36948/ijfmr.2023.v05i05.6544
4. Пугачев И.Н., Шешера Н.Г., Григоров Д.Е. Определение эффективных широт интервалов влияния температурных режимов на интенсивность транспортного потока с использованием ранговой корреляции Спирмена // *T-Comm: Телекоммуникации и транспорт*. 2024. Т. 18. № 3. С. 34–40. DOI: 10.36724/2072-8735-2024-18-3-34-40
5. Пугачев И.Н., Евтюков С.С., Шешера Н.Г., Григоров Д.Е. Прогноз интенсивности транспортного потока. Обучение с учителем. Метод случайных деревьев // *T-Comm: Телекоммуникации и транспорт*. 2024. Т. 18. № 4. С. 36–47. DOI: 10.36724/2072-8735-2024-18-4-36-47
6. Пугачев И.Н., Шешера Н.Г., Щеглов В.И. Анализ геометрических элементов дорог с помощью современных геоинформационных систем при оценке их аварийности // *Вестник гражданских инженеров*. 2021. № 3 (86). С. 127–133. DOI: 10.23968/1999-5571-2021-18-3-127-133. EDN TTPBXT.
7. Shi Sh., Tuo Yu., Pan M., Yin Ya., Chen Yu. et al. Signaling contracts design for build–operate–transfer roads under asymmetric traffic demand information // *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2024. Vol. 183. P. 103465. DOI: 10.1016/j.tre.2024.103465
8. Bas F.I., Bayrak O.U., Bayata H.F. A Practical Design Guide for Unbonded Jointed Plain Concrete Roads over Deteriorated HMA Roads: Realistic Traffic Loading // *Coatings*. 2022. Vol. 12. Issue 12. P. 1817. DOI: 10.3390/coatings12121817
9. Zheng J., Ma L., Zhang W. Promotion of driver compliance with V2V information in car-following tasks via multimodal display // *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2023. Vol. 94. Pp. 243–253. DOI: 10.1016/j.trf.2023.02.009
10. Padial Ju.F., Casal A. Bifurcation in car-following models with time delays and driver and mechanic sensitivities // *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas*. 2022. Vol. 116. Issue 4. DOI: 10.1007/s13398-022-01307-4
11. Song R.Sh., Wang W.B., Wang H.Ju., Guo N. An improved car-following model based on internal heterogeneity of the driver // *Brazilian Journal of Physics*. 2023. Vol. 53. Issue 6. DOI: 10.1007/s13538-023-01358-x
12. Васильева В.В., Левшина К.В. Применение метода айтрекинга для оценки и контроля психофизического состояния водителей // *Мир транспорта и технологических машин*. 2021. № 4 (75). С. 58–66. DOI: 10.33979/2073-7432-2021-75-4-58-66. EDN ZSOXEB.
13. Пугачев И.Н., Скрипко П.Б., Шешера Н.Г. Программный подход к комплексному сбору и подготовке данных об интенсивности движения транспортных средств, погодных условий и естественной освещенности в часовых интервалах // *T-Comm: Телекоммуникации и транспорт*. 2023. Т. 17. № 10. С. 43–51. DOI: 10.36724/2072-8735-2023-17-10-43-51. EDN OFKEMX.
14. Stamos I. Transportation networks in the face of climate change adaptation: a review of centrality measures // *Future Transportation*. 2023. Vol. 3. Issue 3. Pp. 878–900. DOI: 10.3390/future-transp3030049
15. Лашков И.Б. Определение опасных состояний водителя транспортного средства на основе информации устройств носимой электроники // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2021. Т. 21. № 4. С. 515–524. DOI: 10.17586/2226-1494-2021-21-4-515-524. EDN ZGAMEN.
16. Пугачев И.Н., Шешера Н.Г., Григоров Д.Е. Совершенствование системы безопасности дорожного движения, стремящейся к нулевой смертности на автомобильных дорогах: монография. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2024. 183 с.
17. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М.: Транспорт, 1993. 270 с.

REFERENCES

1. Te Brömmelstroet M. Increase road safety or reduce road danger: challenging the mainstream road safety discourse. *Traffic Safety Research*. 2024;5:e000043. DOI: 10.55329/vfer7646
2. Papadimitriou E., Pooyan Afghari A., Tselentis D., van Gelder P. Road-safety-II: opportunities and barriers for an enhanced road safety vision. *Accident Analysis & Prevention*. 2022;174:106723. DOI: 10.1016/j.aap.2022.106723
3. Singh Y., Sharma D. Measuring the level of road safety through road safety audit – a case study from Himalayan expressway. *International Journal for Multidisciplinary Research*. 2023;5(5). DOI: 10.36948/ijfmr.2023.v05i05.6544
4. Pugachev I.N., Sheshera N.G., Grigorov D.E. Determining the effective latitudes of intervals of the influence of temperature regimes on the intensity of traffic flow using spearman's rank correlation. *T-Comm*. 2024;18(3):34-40. DOI: 10.36724/2072-8735-2024-18-3-34-40 (In Russ.).
5. Pugachev I.N., Evtyukov S.S., Sheshera N.G., Grigorov D.E. Forecast of traffic flow intensity. Training with a teacher. Random tree method. *T-Comm*. 2024;18(4):36-47. DOI: 10.36724/2072-8735-2024-18-4-36-47 (In Russ.).
6. Pugachev I.N., Sheshera N.G., Shcheglov V.I. Analysis of geometric elements of roads when assessing their accident rate by means of modern geoinformational systems. *Bulletin of Civil Engineers*. 2021;3(86):127-133. DOI: 10.23968/1999-5571-2021-18-3-127-133. EDN TTPBXT. (In Russ.).
7. Shi Sh., Tuo Yu., Pan M., Yin Ya., Chen Yu. et al. Signaling contracts design for build–operate–transfer roads under asymmetric traffic demand information. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2024;183:103465. DOI: 10.1016/j.tre.2024.103465
8. Bas F.I., Bayrak O.U., Bayata H.F. A Practical Design Guide for Unbonded Jointed Plain Concrete Roads over Deteriorated

HMA Roads: Realistic Traffic Loading. *Coatings*. 2022;12(12):1817. DOI: 10.3390/coatings12121817

9. Zheng J., Ma L., Zhang W. Promotion of driver compliance with V2V information in car-following tasks via multimodal display. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2023;94:243-253. DOI: 10.1016/j.trf.2023.02.009

10. Padial Ju.F., Casal A. Bifurcation in car-following models with time delays and driver and mechanic sensitivities. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas*. 2022;116(4). DOI: 10.1007/s13398-022-01307-4

11. Song R.Sh., Wang W.B., Wang H.Ju., Guo N. An improved car-following model based on internal heterogeneity of the driver. *Brazilian Journal of Physics*. 2023;53(6). DOI: 10.1007/s13538-023-01358-x

12. Vasilyeva V.V., Levshina K.V. The use of the eyetracking method for assessing and monitoring the psychophysical state of drivers. *World of Transport and Technological Machines*. 2021;4(75):58-66. DOI: 10.33979/2073-7432-2021-75-4-58-66. EDN ZSOXEB. (In Russ.).

13. Pugachev I.N., Skripko P.B., Sheshera N.G. Program approach to integrated collection and data production on vehicle intensity movements, weather conditions and natural light in hourly intervals. *T-Comm*. 2023;17(10):43-51. DOI: 10.36724/2072-8735-2023-17-10-43-51. EDN OFKEMX. (In Russ.).

14. Stamos I. Transportation networks in the face of climate change adaptation: a review of centrality measures. *Future Transportation*. 2023;3(3):878-900. DOI: 10.3390/futuretransp3030049

15. Lashkov I.B. Determination of dangerous driving behavior based on the use of information from wearable electronic devices. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2021;21(4):515-524. DOI: 10.17586/2226-1494-2021-21-4-515-524. EDN ZGAMEN. (In Russ.).

16. Pugachev I.N., Sheshera N.G., Grigorov D.E. *Improving the road safety system striving for zero mortality on highways: monograph*. Khabarovsk, Publishing house DVGUPS, 2024;183. (In Russ.).

17. Babkov V.F. *Road conditions and traffic safety*. Moscow, Transport, 1993;270. (In Russ.).

Об авторах

Игорь Николаевич Пугачев — доктор технических наук, доцент, заместитель начальника; **Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук (ХФИЦ ДВО РАН)**; 680000, г. Хабаровск, ул. Дзержинского, д. 54; ipugachev64@mail.ru;

Денис Евгеньевич Григоров — начальник кабинета специальных дисциплин кафедры информационного и технического обеспечения ОВД; **Дальневосточный юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации имени И.Ф. Шилова (ДВЮИ МВД России имени И.Ф. Шилова)**; 680020, г. Хабаровск, пер. Казарменный, д. 15; glowfisch8lan@gmail.com;

Николай Геннадьевич Шешера — кандидат технических наук, доцент кафедры информационного и технического обеспечения ОВД; **Дальневосточный юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации имени И.Ф. Шилова (ДВЮИ МВД России имени И.Ф. Шилова)**; 680020, г. Хабаровск, пер. Казарменный, д. 15; kolyaka239@mail.ru.

Bionotes

Igor N. Pugachev — Dr. Sci. (Eng.), Associate Professor, Deputy Head; **Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences**; 54 Dzerzhinskogo st., Khabarovsk, 680000, Russian Federation; ipugachev64@mail.ru;

Denis E. Grigorov — Head of the Office of Special Disciplines of the Department of Information and Technical Support of Internal Affairs Bodies; **Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after I.F. Shilova**; 15 Kazarmenny lane, Khabarovsk, 680020, Russian Federation; glowfisch8lan@gmail.com;

Nikolay G. Sheshera — Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Information and Technical Support of Internal Affairs Bodies; **Far Eastern Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after I.F. Shilova**; 15 Kazarmenny lane, Khabarovsk, 680020, Russian Federation; kolyaka239@mail.ru.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Автор, ответственный за переписку: Николай Геннадьевич Шешера, kolyaka239@mail.ru.

Corresponding author: Nikolay G. Sheshera, kolyaka239@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 02.07.2024; одобрена после рецензирования 15.08.2023; принята к публикации 28.10.2024.

The article was submitted 02.07.2024; approved after reviewing 15.08.2023; accepted for publication 28.10.2024.