

Ляпустин Павел Константинович,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: lpk62@mail.ru

Андрянов Сергей Владимирович,

студент группы ТТП-23-1, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: sergeyandriyanov.00@inbox.ru

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПЕШЕХОДА БЕСПИЛОТНЫМ АВТОМОБИЛЕМ

Lyapustin P.K., Andriyanov S.V.

ESTIMATION OF PEDESTRIAN DETECTION TIME OF AN UNMANNED VEHICLE

Аннотация. Рассмотрен пример оценки времени обнаружения пешехода беспилотным автомобилем в зависимости от дальности и погодных условий. Получены приближенные кривые распределения времени реакции системы технического зрения.

Ключевые слова: беспилотный автомобиль, обнаружение пешеходов, время реакции, техническое зрение, плотность вероятности.

Abstract. An example of estimating the pedestrian detection time of an unmanned vehicle depending on the range and weather conditions is considered. Approximate distribution curves of the vision system reaction time are obtained.

Keywords: unmanned vehicle, pedestrian detection, reaction time, computer vision, probability density.

Обнаружение пешехода представляет собой важный параметр для безопасности и эффективности функционирования беспилотных транспортных средств [1]. В отличие от человека-водителя, системы автономного вождения опираются на работу камер и нейросетевых алгоритмов для идентификации объектов. Время реакции системы на обнаружение зависит от дальности до объекта, условий освещенности и погодных факторов, которые оказывают значительное влияние на точность и скорость распознавания. На рисунке 1 приведены графики плотности вероятности времени обнаружения пешехода при различных погодных условиях.

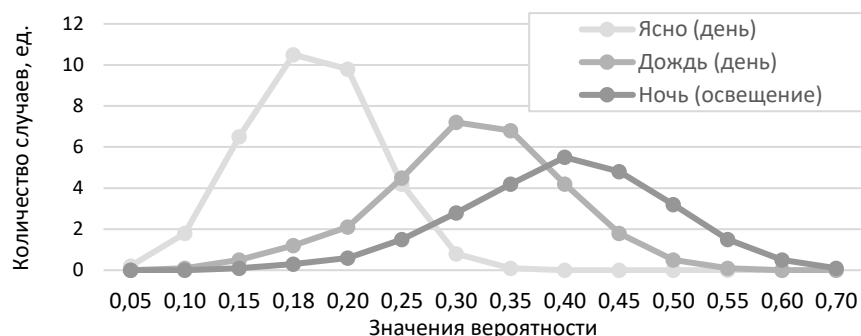


Рисунок 1 – Распределение плотности вероятности времени обнаружения пешехода при разных погодных условиях

В таблице 1 представлены средние результаты времени обнаружения пешехода беспилотным автомобилем при различных условиях.

Таблица 1

Время обнаружения пешехода беспилотным автомобилем

Условия	Дальность, м	Среднее время, с	Разброс времени, с
Ясно, день	50	0,25	±0,05
Ясно, день	30	0,18	±0,03
Дождь, день	30	0,35	±0,08
Ночь, освещение	30	0,42	±0,10

Эффективность и время обнаружения пешехода беспилотным автомобилем в сложных погодных условиях существенно зависит от дальности. В условиях (дождь, ночь) время реакции возрастает в 1,5–2 раза, а разброс значений увеличивается. Исследования демонстрируют систематическое смещение в производительности алгоритмов обнаружения пешеходов: точность распознавания коррелирует с антропометрическими и фотометрическими характеристиками объектов (например, вероятность корректного обнаружения пешеходов с ростом выше среднего (взрослые) превышает вероятность обнаружения пешеходов с ростом ниже среднего (дети) на 20 %) [2].

Несмотря на применение современных методов оценки времени обнаружения пешеходов, системы автономного вождения всё ещё демонстрируют недостаточную надёжность в интерпретации дорожной обстановки, особенно в сложных и динамичных сценариях [3]. Поэтому необходимо продолжать исследования, направленные на увеличение разнообразия дорожных ситуаций и повышение требований к характеристикам камер и нейросетевых алгоритмов обнаружения. Важно разработать комплексный подход, обеспечивающий баланс между точностью и скоростью обработки. Реализация этих задач требует формирования обширных обучающих наборов данных с использованием комбинированных методов обработки информации для повышения эффективности системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Правительства РФ от 30 июля 2020 г. № 724-р «О концепции обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования». – Текст : электронный // <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73707148/#review> (дата обращения: 02.03.2026).
2. **Matas, J.** Robust wide baseline stereo from maximally stable extremal regions / J. Matas, O. Chum, M. Urban, T. Pajdla // British Machine Vision Conference. – 2002. – pp. 384–396.
3. **Ляпустин, П.К.** Ключевые проблемы и перспективы внедрения беспилотных автомобилей в городской транспорт / П.К. Ляпустин, С.В. Андриянов // Вестник Ангарского государственного технического университета. – 2025. – № 19. – С. 209-212.