

УДК 004.891

*Кривоногова А.Е., магистрант, 1 курс, Набережночелнинский институт
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*Исавнин А.Г., д.ф.-м.н., профессор кафедры бизнес-информатики и
математических методов в экономике, Набережночелнинский институт
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА, ОСНОВАННЫХ НА МЕТОДОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Аннотация: В статье рассмотрена проблема дефицита парковочных мест и
способы её устранения посредством технологии автоматизированного
мониторинга парковочного пространства. Также анализируются ключевые
конкурирующие решения, их сильные и слабые стороны. Разработанная
система представлена в нотации BPMN 2.0, подробно описана её
концептуальная модель, представлен макет отчета для вывода информации.*

*Ключевые слова: машинное обучение, нейронные сети, интеллектуальная
система, автоматизированный мониторинг, автомобилизация.*

В России наблюдается резкий рост продаж автомобилей за последние девять месяцев. В рамках исследования парка легковых машин в России, специалисты аналитического агентства «АВТОСТАТ» определили, что за прошедшие девять месяцев 2024 года в России было продано 1 154 778 новых легковых автомобилей – на 60,9% больше, чем в январе – сентябре прошлого года [1]. Наряду с этим, к началу текущего года уровень обеспеченности легковыми машинами достиг 322 единицы на каждую тысячу человек [2]. Увеличение этих показателей обладает как положительными, так и негативными аспектами. Среди преимуществ можно выделить следующие: удобство перемещения; сокращение времени на подбор транспортного средства с нужным графиком и маршрутом; комфорт; подвижность; развитие инфраструктуры (так как рост числа машин требует улучшения дорожной сети). Отрицательные стороны включают загрязнение воздуха, пробки на дорогах, повышенный уровень шума, а также проблему парковки (недостаточное количество

свободных мест для стоянки). Рассмотрим ключевые способы решения вопроса дефицита парковочных мест.

Первый способ – это возведение подземных и многоэтажных паркингов [3]. Плюсы: рациональное использование доступного пространства (меньшая площадь по сравнению с наземными парковками); повышение уровня безопасности; уменьшение шума и загрязнения. Минусы: высокая стоимость строительства; технологические трудности; ограниченный доступ.

Второй способ – метод введения платных парковок. Положительные аспекты внедрения системы платных парковок заключаются в следующем: уменьшение времени на поиски свободного места для стоянки, снижение числа нарушений правил дорожного движения при парковке, повышение пропускной способности улично-дорожной сети, улучшение эстетики городской застройки, благоприятные изменения в экологической обстановке. В числе недостатков выделяются: преднамеренное сокращение количества бесплатных парковочных мест и завышенная цена за парковку, что создает предпосылки для их недоступности для большей части населения.

Третий способ заключается в применении технологий автоматизированного мониторинга (создание приложений и систем, помогающих водителям обнаруживать доступные парковочные места в режиме реального времени, что существенно упростит процесс поиска парковки).

Поскольку задачей данного проекта является повышение уровня комфорта для значительной части населения, было принято решение применить технологию автоматизированного мониторинга, основанную на методах искусственного интеллекта.

Несвоевременное решение данной проблемы может привести к возникновению дорожно-транспортных происшествий, поскольку неправильно припаркованный автомобиль затрудняет движение транспортного потока.

Одним из способов решения проблемы является создание системы мониторинга парковочного пространства с помощью искусственного интеллекта. Преимущества данного подхода заключаются в онлайн мониторинге

состояния парковочных пространств с использованием систем искусственного интеллекта, сокращение временных затрат на поиск свободного парковочного места, экономия затрат на топливо.

На основе исследований современного рынка решений для поиска свободных парковочных мест, нами были выделены следующие продукты: Parkopedia, Яндекс.Парковки, Waze [4].

К плюсам Parkopedia можно отнести обширный охват, детальную информацию, возможность бронирования и оплаты, фильтры и сортировку (по цене, расстоянию до цели, наличию особых услуг), а также функции навигации и построения маршрутов. Минусы заключаются в следующем: наличие устаревших данных, отсутствие некоторых типов парковок, иностранная разработка. Достоинствами приложения Яндекс.Парковки являются широкая зона охвата в России, интуитивно понятный интерфейс и удобная оплата через приложение. Но существуют и недостатки: нестабильная работа, невозможность бронирования, неполная информация о некоторых парковках, иногда неточные сведения о количестве свободных мест (данные обновляются не в реальном времени).

Преимуществами Waze считаются обновления в реальном времени и построение оптимального маршрута. Тем не менее, отсутствуют привычные фильтры поиска мест, как в классических навигационных программах, имеются ошибки в данных, и продукт также является зарубежным.

Анализ рынка программного обеспечения показал, что существующие решения не в полной мере отвечают требованиям систем мониторинга парковочных мест на базе искусственного интеллекта, созданных для упрощения поиска оптимальных вариантов стоянки. Такие системы должны учитывать тип места (например, инвалидное или стандартное), визуально отображать свободные парковочные места, определять ближайшие свободные места в случае заполнения текущего, учитывать тип автомобиля (легковой, грузовой, автобус), а также тип парковки (парковка задним ходом, диагональная парковка, параллельная парковка или перпендикулярная парковка). Кроме того, они

должны быть бесплатными для автовладельцев, так как не все водители пользуются приложением на постоянной основе.

В рамках поставленной цели необходимо использование сверточной нейронной сети, нацеленной на эффективное распознавание образов [5], поскольку первостепенной задачей является распознавание изображений с видеопотока. На вход нейронной сети будет подаваться видеосигнал с камеры наблюдения, а ее задачей будет являться распознавание автомобилей и парковочных мест, также будет предусмотрена возможность нахождения ближайших свободных парковочных мест в радиусе 500 м.

Функциональное моделирование предметной области «Управление парковочным пространством» выполнено в нотации BPMN 2.0. BPMN - это язык моделирования бизнес-процессов, который является промежуточным звеном между формализацией/визуализацией и воплощением бизнес-процесса. Задачу «Мониторинг парковочного пространства» можно представить как совокупность двух подзадач «Проверка наличия требуемого парковочного места» и «Мониторинг видеоряда парковочного пространства».

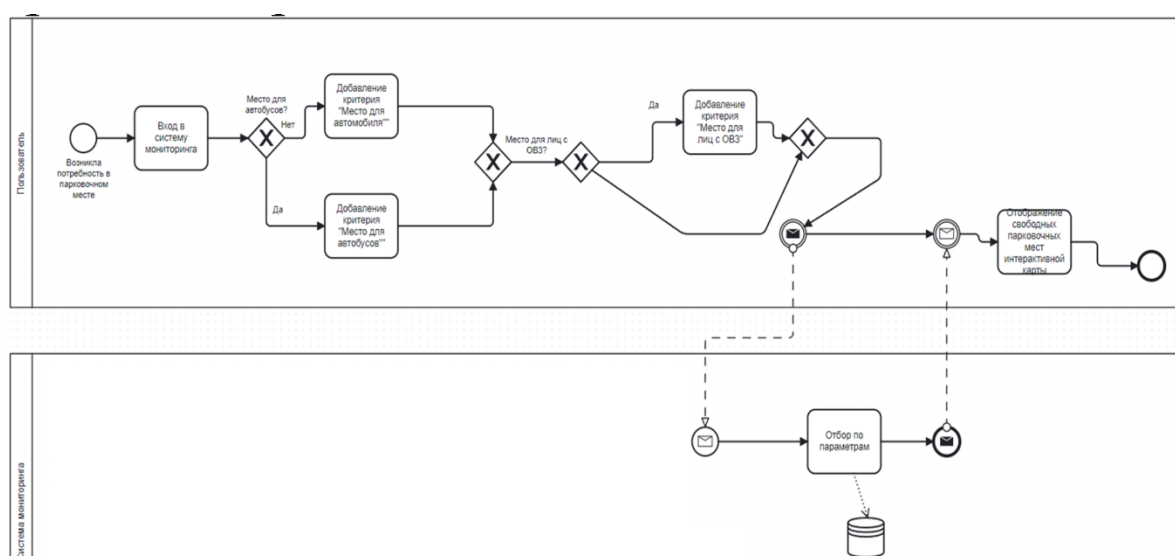


Рис. 1. Декомпозиция задачи «Проверка наличия требуемого парковочного места»

Исходные данные будут поступать с видеопотока камеры видеонаблюдения MagicPro, обновление будет происходить каждые 30 секунд. Обработка и анализ данных будут выполняться с использованием языка

программирования Python, нейросети YOLOv8 [6] и языка запросов SQL. В качестве системы управления базами данных (СУБД) была выбрана SQLite из-за своей легкой интеграции с языком программирования Python. Итоговыми результатами станут интерактивная карта, статистика загруженности парковочных мест и информация о ближайших свободных местах в случае занятости текущей парковки.



Рис. 2. Концептуальная модель СППР

На данный момент реализован следующий функционал: методами искусственного интеллекта определяются свободные парковочные места в пределах одного парковочного пространства. В дальнейшем планируется реализация данной системы и для поиска свободных мест, расположенных в радиусе 500 м, в случае загруженности текущего парковочного пространства.

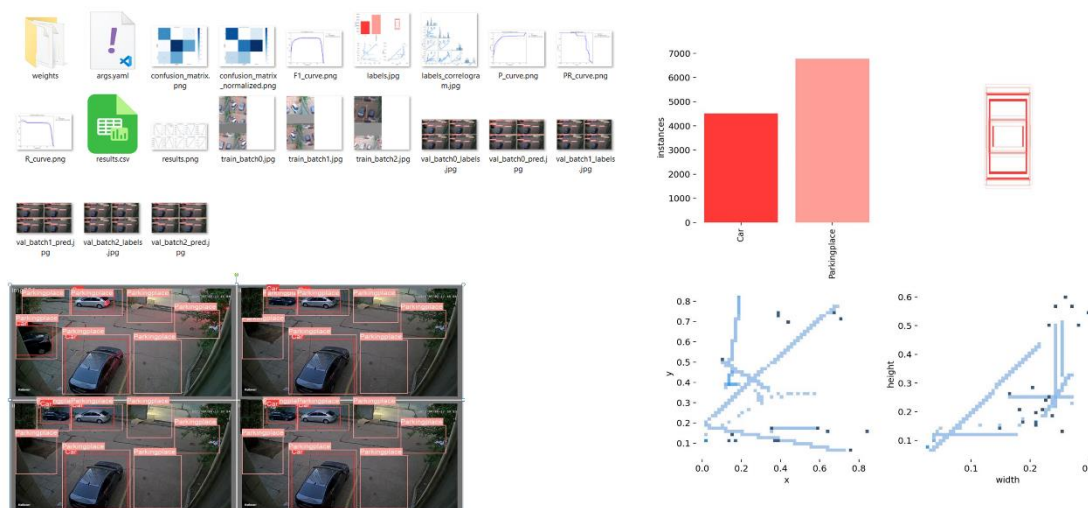


Рис. 3. Результаты обучения нейронной сети

Форма вывода результатов представляет собой интерактивную карту в виде совокупности блоков. Доступные места подсвечиваются белым цветом, недоступные – черным. Вторым выходным документом является отчет «Длительность парковки ТС на текущую дату и время». Данный отчет демонстрирует длительность парковки транспортного средства на текущий момент времени.

 Admin	 Длительность парковки ТС на текущую дату и время	
Id места	Номер транспортного средства	Длительность парковки
1	A111BB	0000-00-00 02:00:30
2	A22BB	0000-00-01 00:25:30
5	A111BB	0000-00-00 01:35:30
6	A111CC	0000-00-00 05:10:00
7	A111EE	0000-00-00 01:10:00

Рис. 4. «Длительность парковки ТС на текущую дату и время»

Таким образом, автоматизированные системы мониторинга парковочных мест способствуют повышению мобильности населения - сокращению времени, которое водители тратят на поиск свободных парковочных мест, уменьшению пробок на дорогах и количества дорожно-транспортных инцидентов, вызванных неправильной парковкой.

Интеллектуальная система мониторинга не только улучшает транспортный поток, но и помогает уменьшить количество выбросов от транспортных средств, снижает уровень шума, что очень важно для экологии.

Список использованных источников

1. Продажи новых легковых автомобилей в России в сентябре 2024 года [Электронный ресурс] // Автостат [сайт]. [2024]. URL: [https://www.autostat.ru/press-releases/58578/#:~:text=%D0%97%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%B4%D1%88%D0%B8%D0%B5%20%D0%B4%D0%B5%D0%B2%D1%8F%D1%82%D1%8C%20%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%8F%D1%86%D0%B5%D0%B2%202024,Jetour%20\(%D0%B2%207%20%D1%80%D0%B0%D0%B7](https://www.autostat.ru/press-releases/58578/#:~:text=%D0%97%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%88%D0%B5%D0%B4%D1%88%D0%B8%D0%B5%20%D0%B4%D0%B5%D0%B2%D1%8F%D1%82%D1%8C%20%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%8F%D1%86%D0%B5%D0%B2%202024,Jetour%20(%D0%B2%207%20%D1%80%D0%B0%D0%B7) (дата обращения 05.12.2024)

2. Аналитики назвали уровень автомобилизации населения России // Автостат [сайт]. [2024]. URL: <https://iz.ru/1687188/2024-04-24/analitiki-nazvali-uroven-avtomobilizatsii-naseleniia-rossii> (дата обращения 05.12.2024)
 3. Проектирование и строительство многоэтажных парковок // klaus-autopark [сайт]. [2024]. URL: https://klaus-autopark.ru/statyi/proektirovanie_i_stroitelstvo_mnogoetazhnykh_parkovok/
 4. Семь мобильных приложений для правильной парковки // zr.ru [сайт]. [2024]. URL: <https://www.zr.ru/content/articles/784844-sem-mobilnyx-prilozhenij-dlya-pravilnoj-parkovki/>
 5. Свёрточная нейронная [Электронный ресурс] // Википедия [сайт]. [2024]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%91%D1%80%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D1%82%D1%8C (дата обращения 05.12.2024)
 6. Ultralytics YOLOv8 [Электронный ресурс] // <https://docs.ultralytics.com/models/yolov8/>
-

Krивonogova A.E., 1st year Master program student, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

Isavnin A.G., DSc, Professor of the Department of Business Informatics and Mathematical Methods in Economics, Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University

DEVELOPMENT OF METHODS AND TOOLS FOR AUTOMATED MONITORING OF PARKING SPACES BASED ON THE METHODOLOGY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE.

Abstract: The article discusses the problem of parking space shortage and ways to eliminate it through automated parking space monitoring technology. The key competing solutions, their strengths and weaknesses are also analyzed. The developed system is presented in BPMN 2.0 notation, its conceptual model is described in detail, and a report layout for information output is presented.

Keywords: machine learning, neural networks, intelligent system, automated monitoring, motorization.