

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВДОЛЬ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ Г. МИНСКА МЕТОДОМ ВИЗУАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Шумилов А. А.

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

Камлач В.И. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной статье проводится комплексное исследование жизненного состояния древесных насаждений вдоль автомагистралей г. Минска методом визуального анализа с последующим использованием моделей машинного обучения для прогнозирования состояния деревьев.

Ключевые слова: визуальная оценка, автомагистрали, придорожные насаждения, Минск, автомобильное загрязнение, транспортная нагрузка, удаленность от проезжей части, густота кроны, сухость ветвей, повреждение ствола, признаки заболеваний, машинное обучение, прогнозирование состояния деревьев.

Введение. В условиях нарастающего антропогенного воздействия транспортной инфраструктуры на городские экосистемы особую значимость приобретает оценка жизненного состояния древесных насаждений вдоль автомагистралей крупных городов. В рамках данной работы оценка отдельных экземпляров выполняется по ряду визуальных признаков: вид дерева, густота кроны, степень усыхания ветвей, поврежденность ствола, наличие визуальных признаков болезней, а также удаленность от проезжей части. На основе полевых исследований и последующей аналитической обработки данных создается модель машинного обучения для предсказания категории жизненного состояния дерева в зависимости от совокупности указанных факторов. Полученные выводы могут быть использованы при планировании и модернизации городской зеленой инфраструктуры в Минске и других городах с высокой транспортной нагрузкой. Применение алгоритмов машинного обучения позволяет автоматизировать процесс обработки больших массивов данных, а также выявить скрытые нелинейные зависимости между совокупностью визуальных признаков и итоговым жизненным состоянием древесных насаждений.

Основная часть. Ключевым фактором, влияющим на жизненное состояние древесных насаждений в условиях городской застройки, было выбрано расстояние до транспортных магистралей. Для подтверждения степени воздействия этого фактора в рамках данной работы проводилась визуальная оценка жизненного состояния деревьев в соотношении с результатами измерений расстояния до проезжей части. При этом оценка насаждений осуществлялась путем их классификации по четырем категориям: здоровое, ослабленное, усыхающее и больное.

Диаграмма на рисунке 1 показывает, что разброс полученных значений для здоровых и ослабленных деревьев больше, чем для больных и усыхающих. Это указывает на выраженное негативное воздействие транспортного потока, при котором наибольший стресс испытывают деревья, расположенные ближе к источнику загрязнения. Полученные данные подтверждают, что группы больных и усыхающих деревьев сосредоточены в наименее удаленной от проезжей части зоне, тогда как здоровые и часть ослабленных смещены дальше от источника загрязнения, что делает расстояние одним из ключевых факторов виталитета деревьев в условиях городской застройки.

Подобные пространственные закономерности активно используются при проектировании древесных насаждений вдоль автомагистралей [1].

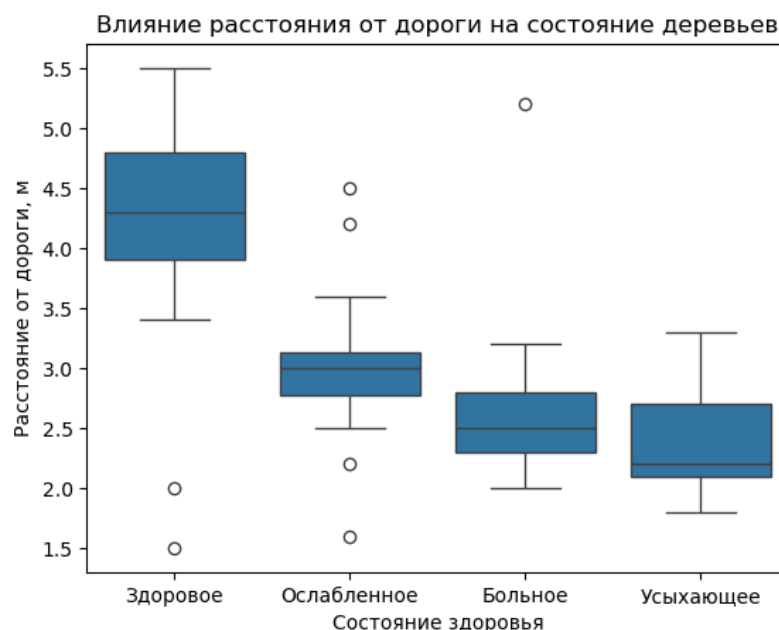


Рисунок 1 – Зависимость здоровья дерева от расстояния от дороги.

При визуальном анализе древесных насаждений проводилась их оценка на основе следующих факторов:

- густота кроны (густая, слегка изреженная, изреженная, сильно изреженная);
- степень усыхания ветвей (нет, слабая, средняя, сильная);
- поврежденность ствола (нет, средняя, сильная);
- наличие признаков заболеваний (нет, есть);
- видовая принадлежность;
- расстояние от проезжей части;
- состояние здоровья (здоровое, ослабленное, больное, усыхающее).

На основе полученных при анализе данных при помощи библиотеки `mord` для порядковой классификации была построена модель порядковой классификации, которая автоматически относит каждое дерево к одной из четырех категорий жизненного состояния. Выбор данного метода обусловлен тем, что категории жизненного состояния деревьев представляют собой ранжированную последовательность, где разница между здоровыми и ослабленными деревьями иная, чем между здоровыми и усыхающими. В отличие от стандартной многоклассовой классификации, библиотека `mord` учитывает этот порядок, что минимизирует риск грубых ошибок предсказания.

Всего для обучения и проверки модели было использовано 80 точек данных, разделенных на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80/20 %. Проверка работы модели на тестовой выборке показало абсолютное значение расхождения, равное ~0.3 категории, что свидетельствует о достаточной точности для применения в прикладных задачах экологического мониторинга. На рисунке 2 можно заметить, что большинство ошибок приходилось на соседние классы жизненного состояния, что не несет критических рисков для стратегического планирования, поскольку рекомендации по уходу для соседних классов часто совпадают. Поэтому модель может надежно применяться для выделения групп повышенного риска (больные и усыхающие деревья).

Разработанная модель автоматизирует оценку жизненного состояния насаждений, обеспечивая унификацию данных и существенно сокращая трудозатраты на экспертный мониторинг. Способность модели с высокой точностью идентифицировать деревья в критическом состоянии позволяет городским службам оперативно планировать мероприятия по санитарной рубке и реконструкции придорожных ландшафтов.

	Прогноз	Метка
0	Усыхающее	Усыхающее
1	Здоровое	Ослабленное
2	Здоровое	Здоровое
3	Больное	Усыхающее
4	Ослабленное	Ослабленное
5	Здоровое	Здоровое
6	Здоровое	Здоровое
7	Ослабленное	Здоровое
8	Больное	Больное
9	Усыхающее	Больное
10	Усыхающее	Усыхающее
11	Ослабленное	Ослабленное
12	Больное	Ослабленное
13	Здоровое	Здоровое
14	Больное	Больное
15	Здоровое	Здоровое

Рисунок 2 – Результат работы модели машинного обучения.

Заклучение. Проведенное исследование показало, что жизненное состояние древесных насаждений вдоль автомагистралей г. Минска существенно зависит от их удаленности от проезжей части. Установлено, что группы здоровых и умеренно ослабленных экземпляров концентрируются в более удаленных от проезжей части зонах, в то время как больные и усыхающие деревья преимущественно находятся в непосредственной близости к автомагистралям. Это подтверждает сильное влияние транспортных потоков на придорожные экосистемы.

Созданная на основе полевых наблюдений модель машинного обучения продемонстрировала удовлетворительную точность отнесения деревьев к четырём категориям жизненного состояния. Это позволяет рассматривать ее как практический инструмент для предварительного выделения участков с повышенной долей больных и усыхающих деревьев, планирования мероприятий по уходу, реконструкции придорожных насаждений.

Список литературы

1. Судник, А. В. О воздействии строительства и содержания автодорог на придорожную растительность [Электронный ресурс] / А. В. Судник, И. П. Вознячук // Наука и инновации. – 2021. – № 11 (225). – С. 34–41. – Режим доступа: <https://innosfera.belnauka.by/jour/article/viewFile/343/331> – Дата обращения: 09.12.2025.

UDC 625.7:504.05:004.85

ASSESSMENT OF THE VITAL STATE OF TREE PLANTINGS ALONG THE HIGHWAYS OF MINSK USING THE VISUAL ANALYSIS METHOD

Shumilov A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach V.I. – Master of Sci. (M. of Sci.), Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. This article presents a comprehensive study of tree populations along highways in Minsk. A visual analysis method is used, followed by the use of machine learning models to predict tree health.

Keywords: Visual assessment, highways, roadside plantings, Minsk, vehicle pollution, traffic load, distance from the roadway, crown density, branch dryness, trunk damage, signs of disease, machine learning, tree condition forecasting.