

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЛЕСОПОЛОС: ПОДХОДЫ, МЕТОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

GIS TECHNOLOGIES FOR FOREST BELT ASSESSMENT: APPROACHES, METHODS AND PERSPECTIVES

Нацентов Е.А., аспирант 1 курса
Лесного факультета, ФГБОУ ВО
"ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова",
Россия, Воронеж

Желенков О.Г., аспирант 1 курса
Лесного факультета, ФГБОУ ВО
"ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова",
Россия, Воронеж

Natsentova E.A., 1st-year year
postgraduate student at the Forestry
Faculty of the Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russia,
Voronezh

Zhelenkov O.G., 1st-year year
1nd year postgraduate student at the
Forestry Faculty of the Voronezh State
University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russia,
Voronezh

Аннотация. Лесополосы являются важным элементом ландшафтов, выполняя значимые экосистемные функции, включая защиту почв от эрозии, регулирование микроклимата и сохранение биоразнообразия. Однако их состояние ухудшается из-за антропогенного воздействия, что требует точных и современных методов анализа. Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой эффективный инструмент для мониторинга и управления лесополосами. В статье представлены теоретические подходы к применению ГИС для оценки состояния лесополос, их функциональных характеристик и изменений в динамике. Использование спутниковых данных, пространственного анализа и индексов растительности, таких как NDVI, позволяет выявлять деградацию лесополос, моделировать их защитное воздействие на прилегающие территории и создавать карты функциональной значимости. Обоснована необходимость интеграции ГИС с полевыми наблюдениями и современными технологиями, такими как LiDAR и машинное обучение, для повышения

точности анализа. Результаты исследований могут быть использованы для устойчивого управления лесополосами и разработки программ их восстановления в рамках решений экологических и сельскохозяйственных задач.

Summary. Forest belts are an important element of landscapes, performing significant ecosystem functions, including soil erosion protection, microclimate regulation, and biodiversity conservation. However, their condition is deteriorating due to anthropogenic impact, which requires accurate and modern methods of analysis. Geographic information systems (GIS) are an effective tool for monitoring and managing forest belts. The article presents theoretical approaches to the use of GIS to assess the condition of forest belts, their functional characteristics and changes in dynamics. The use of satellite data, spatial analysis, and vegetation indexes such as NDVI makes it possible to identify forest belt degradation, model their protective effects on adjacent territories, and create maps of functional significance. The need to integrate GIS with field observations and modern technologies such as LiDAR and machine learning to improve the accuracy of analysis is substantiated. The research results can be used for the sustainable management of forest belts and the development of programs for their restoration as part of solutions to environmental and agricultural problems.

Ключевые слова: лесополосы, ГИС, дистанционное зондирование, экосистемные функции, устойчивое управление, мониторинг состояния.

Key words: forest belts, GIS, remote sensing, ecosystem functions, sustainable management, condition monitoring.

Введение.

Лесополосы играют ключевую роль в защите сельскохозяйственных земель от ветровой эрозии, регуляции водного баланса и создании микроклиматических условий [3, 4]. Теоретически доказано, что лесополосы способны:

- снижать скорость ветра на площади, превышающей 10–15 высот лесополосы, что уменьшает риск эрозии почв;
- предотвращать поверхностный сток воды, что сохраняет плодородный слой почвы и снижает вероятность водной эрозии;
- поддерживать биоразнообразие, создавая буферные зоны для диких животных, насекомых и других биологических видов;

- улучшать микроклимат, обеспечивая защиту от перепадов температуры и влияния суховеев, тем самым повышая урожайность прилегающих сельскохозяйственных земель [1,2].

Теоретические модели, рассмотренные в рамках экологического подхода, показывают, что эффективность лесополос зависит от их плотности, ширины, формы, состава древесных пород, а также их расположения на местности.

ГИС-технологии предоставляют теоретическую основу для точного и объективного анализа состояния лесополос. К основным теоретическим преимуществам относятся:

- Возможность пространственного анализа больших территорий с использованием спутниковых данных, таких как Landsat, Sentinel-2, а также коммерческих спутниковых систем с высоким разрешением.

- Эффективное использование индексов растительности (NDVI, EVI) для оценки состояния растительности, что позволяет идентифицировать деградированные, редущие или неактивные лесополосы.

- Анализ временных рядов для мониторинга динамики изменений лесополос, что даёт возможность оценивать темпы их утраты и процессов деградации.

- Моделирование защитных функций лесополос (например, моделирование зон, защищённых от ветровой эрозии) на основании их высоты, плотности и расположения.

- Создание карт пространственного размещения и функциональной значимости лесополос, которые можно использовать при планировании мероприятий по их восстановлению и охране [5,6].

Цель исследования.

Целью данной работы является теоретическое обоснование и изучение возможностей применения ГИС-технологий для оценки состояния, мониторинга и функциональной значимости лесополос. Основное внимание уделяется разработке подходов к пространственному анализу лесополос, выявлению деградационных процессов, а также созданию карт функциональной эффективности для устойчивого управления агроландшафтами и принятия стратегических решений по их восстановлению и сохранению.

Материал и методы исследования.

В исследовании используются методы теоретического анализа, включающие изучение и систематизацию литературных источников, нормативных документов и научных публикаций, посвящённых роли лесополос

в экосистемах и применению ГИС-технологий в их мониторинге и управлении. Для определения функционального значения лесополос проводится анализ литературных данных о их защитной роли, влиянии на устойчивость ландшафтов, предотвращение эрозии и поддержку биоразнообразия.

Результаты исследования и их обсуждение.

Применение ГИС для изучения теоретических моделей взаимодействия лесополос с окружающей средой позволяет выделить следующие ключевые аспекты:

- Влияние на укрепление почв: моделирование эрозионных процессов показывает, что лесополосы шириной свыше 10 метров наиболее устойчиво защищают прилегающие пахотные земли. ГИС позволяет уточнить границы таких зон защитного влияния.

- Организация стока и баланс воды: пространственные модели водного стока с использованием ГИС показывают, что лесополосы изменяют направления стока осадков, способствуя задерживанию воды на полях.

- Регуляция климата: ГИС данные предполагают возможность точно моделировать температурные и влажностные градиенты вокруг лесополос, повышая точность предсказаний их экологической роли.

Несмотря на использование ГИС как мощного инструмента анализа лесополос, проведённый теоретический обзор показывает ряд проблем:

- Ограничения в данных: низкая разрешающая способность некоторых спутниковых данных для мелкомасштабных лесополос, затрудняющих их анализ.

- Недостаток информации о вертикальной структуре лесополос: традиционные ГИС-данные предоставляют информацию только о ширине и длине лесополос, но не о плотности крон, высоте деревьев и других характеристиках, необходимых для оценки их эффективности.

- Сложности интеграции данных разных источников: спутниковые данные, полевые исследования и результаты моделирования требуют унификации для корректного анализа.

- Гетерогенность растительности: в теоретических подходах не всегда учитывается разнообразие состава лесополос, которое может изменять их функциональные свойства [6-8].

На основе ГИС-моделирования теоретически доказано, что:

- Восстановление лесополос требует предварительного анализа территории, включая данные о рельефе, почвах, климате и схеме землепользования.

- Функциональная значимость лесополос возрастает при увеличении их ширины, плотности древесной растительности и многоярусной структуры. ГИС-модели позволяют теоретически прогнозировать наиболее эффективные параметры для каждой зоны.

- Создание новых лесополос лучше всего планировать с использованием оптимизационных моделей, которые учитывают данные о направлении ветра, эрозионной устойчивости почв и существующих экологических ограничениях.

Использование ГИС для картографирования лесополос теоретически подтверждает их значимость в следующих аспектах:

- Создание карт зон ветровой эрозии с учётом защитного эффекта существующих лесополос.

- Выделение приоритетных территорий для восстановления лесополос на основании анализа рельефа, плотности растительности и антропогенной нагрузки.

- Разработка карт экологической сети, связывающей лесополосы с другими элементами ландшафта для усиления их биоразнообразия.

Выводы или заключение.

Теоретическое исследование показало, что ГИС-технологии являются мощным инструментом для оценки и моделирования состояния лесополос и их экосистемных функций. Как важный элемент агроландшафтов, лесополосы выполняют широкий спектр экосистемных функций, включая защиту почв от ветровой и водной эрозии, регулирование микроклимата, усиление биоразнообразия и обеспечение устойчивости природных систем. Однако антропогенные факторы, включая вырубку, сокращение площадей и деградацию лесополос, создают угрозу для их функциональной значимости.

Применение геоинформационных систем позволяет:

- Обеспечить точный пространственный анализ состояния лесополос на больших территориях;

- Выявить деградационные процессы и оценить динамику изменений их структуры и площади на основе временных рядов спутниковых данных;

- Уточнить зону защитного действия лесополос в отношении ветровой эрозии, гидрологических процессов и связанного с этим изменения агроландшафтов;

- Сформировать карты функциональной значимости лесополос для планирования и реализации мероприятий по их восстановлению и сохранению.

Теоретические аспекты, рассмотренные в данной статье, подчеркивают необходимость дальнейшей интеграции методов ГИС и дистанционного зондирования Земли с моделированием и полевыми данными. Особое значение имеет развитие технологий мониторинга, включая использование высокоточных данных LiDAR, а также автоматизация анализа с применением алгоритмов машинного обучения.

Использование ГИС-технологий позволит в долгосрочной перспективе повысить эффективность управления лесополосами на всех уровнях — от локального до регионального. Это также откроет возможности для создания устойчивых агроландшафтов, минимизации экологических рисков и реализации принципов устойчивого развития.

Таким образом, применение ГИС-технологий является неотъемлемой частью современных подходов к сохранению лесополос и их роли в поддержании экологической устойчивости. Настоящее исследование подтверждает их вклад в развитие устойчивого природопользования, обеспечивая баланс между экологическими, социальными и экономическими аспектами охраны окружающей среды.

Список литературы

1. Антонов, С. А. Оценка состояния государственной защитной лесной полосы на территории Ставропольского края / С. А. Антонов, С. В. Перегудов, Т. В. Волошенкова // Сельскохозяйственный журнал. – 2024. – № 4(17). – С. 14-23. – DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.4.17.2024. – EDN UJRRJM.
2. Кулик К.Н., Кошелев А.В. Методическая основа агролесомелиоративной оценки защитных лесных насаждений по данным дистанционного мониторинга // Лесотехнический журнал. - 2017. - № 3 (27). - С. 107-114.
3. Михин В.И. Лесомелиорация ландшафтов. - Воронеж, 2006. - 127 с.
4. Михин В.И., Баландин А.В. Роль полезащитных насаждений в изменении микроклимата агролесоландшафтов Тамбовской области // Научный журнал КубГАУ. - 2012. - № 79 (05). - С. 1-10. EDN: OYXGRF
5. Погорелов, А. В. Лесные полосы в городе Краснодаре: оценка состояния и изменения (2003-2018 годы) / А. В. Погорелов, Х. С. Прокопенко, Д. А. Липилин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2019. – № 4(36). – С. 79-91. – DOI 10.15593/2409-5125/2019.04.08. – EDN RYZGQA.

6. Яковенко, Н.В. ГИС-технологии как эффективный инструмент исследования водно-озерных объектов / Н. В. Яковенко, Д. С. Марков, Е. П. Туркина // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 617. – EDN SZVRVH.

7. Abburu, R., & Bommireddy, V. Geospatial technologies for forest management. // Journal of Geographical Studies. – 2019. – Vol. 3(2). – p. 45–53.

8. Narozhnyaya, A. G., & Chendev, Y. G. (2020). The study of the modern ecological state of shelterbelts using GIS and remote sensing data. In ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 2. 464 с. (p. 55).

References

1. Antonov, S. A. Assessment of the state of the state protected forest strip in the Stavropol Territory / S. A. Antonov, S. V. Peregudov, T. V. Voloshenkova // Agricultural Journal. – 2024. – № 4(17). – Pp. 14-23. – DOI 10.48612/FARC/2687-1254/002.4.17.2024. – EDN UJRRJM.

2. Kulik K.N., Koshelev A.V. Methodological basis of agroforestry assessment of protective forest plantations according to remote monitoring data // Forestry Engineering Magazine. - 2017. - № 3 (27). - Pp. 107-114.

3. Mikhin V.I. Forest reclamation of landscapes. Voronezh, 2006. 127 p.

4. Mikhin V.I., Balandin A.V. The role of protective plantings in changing the microclimate of agroforestry landscapes in the Tambov region // KubGAU Scientific Journal. - 2012. - № 79 (05). - Pp. 1-10. EDN: OYXGRF

5. Pogorelov, A.V. Forest strips in the city of Krasnodar: assessment of the state and changes (2003-2018) / A.V. Pogorelov, H. S. Prokopenko, D. A. Lipilin // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Applied ecology. Urbanistics. – 2019. – № 4(36). – Pp. 79-91. – DOI 10.15593/2409-5125/2019.04.08 . – EDN RYZGQA.

6. Yakovenko, N.V. GIS technologies as an effective tool for the study of water-lake objects / N. V. Yakovenko, D. S. Markov, E. P. Turkina // Modern problems of science and education. – 2014. – No. 5. – p. 617. – EDN SZVRVH.

7. Abburu, R., & Bommireddy, V. Geospatial technologies for forest management. // Journal of Geographical Studies. – 2019. – Vol. 3(2). – p. 45–53.

8. Narozhnyaya, A. G., & Chendev, Y. G. (2020). The study of the modern ecological state of shelterbelts using GIS and remote sensing data. In the InterCarto. InterGIS. Geoinformation support for sustainable development of territories: Proceedings of the International Conference. Moscow: Moscow University Press, 2020. Vol. 26. Part 2. 464 p. (p. 55).