

А. Б. Даркенбаева^{1,2}, Г.С. Айтхожаева¹, А.А.Алтаева^{2}*

¹*Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, darkenbayevaasel@gmail.com, gaitkhozhayeva@kaznaru.edu.kz,*

²*Международная образовательная корпорация, г. Алматы, Казахстан, a.altaeva@kazgasa.kz**

ПРОСТРАНСТВЕННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЁНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА АЛМАТАС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация

В данной статье анализируется нынешнее состояние зелёных насаждений Алматы с помощью пространственного анализа, который помогает выявить закономерности их размещения и плотности на территории города. Особое значение при этом придаётся оценке как количественных, так и качественных показателей зелёных насаждений, таких как санитарное состояние деревьев, размеры озелененных территорий, густота посадок и уровень доступности зелёных зон для населения. Данное исследование реализовано с использованием комплексного подхода, объединяющего статистические данные, картографическую информацию, геоинформационный анализ и методы дистанционного зондирования Земли.

Исследованием выявляется проблема неравномерного размещения зеленых насаждений по административным районам города, что негативно сказывается на экологическом балансе и качестве городской среды. Кроме того, отмечается нередкое несоответствие уровня озеленения действующим градостроительным и санитарным нормам. Для повышения точности анализа используются геоинформационные системы (ГИС), которые обеспечивают визуализацию пространственных данных, а также спутниковые изображения Landsat, где для определения уровня увлажненности почв применяется индекс NDWI (Нормализованный индекс водосодержания).

В статье представлены тематические карты и аналитические таблицы, которые демонстрируют актуальные направления развития зелёной инфраструктуры Алматы. Полученные данные могут служить основой для создания стратегий устойчивого развития города, определения экологических нормативов и повышения точности кадастровой оценки городских территорий.

Ключевые слова: зелёный фонд, Алматы, кадастр, ГИС, NDWI, озеленение, санитарное состояние.

Введение

Создание устойчивых современных городов невозможно без комплексного подхода, включающего модернизацию транспортной и социальной сферы, а также бережное отношение к природной среде. В этой стратегии особое внимание уделяется анализу и управлению городским зеленым фондом, который является ключевым фактором в обеспечении экологического равновесия, снижении загрязнения воздуха, улучшении микроклимата и повышении благосостояния горожан.

Алматы, крупнейший мегаполис Казахстана и один из ключевых городов Центральной Азии, сталкивается с непрекращающимся натиском урбанизации. Быстрая застройка, уменьшение зелёных зон и увеличение численности населения ведут к существенным изменениям в экологической обстановке, в частности, к ухудшению состояния зелёной инфраструктуры. Необходимость комплексного подхода к решению проблем организации озеленения и неравномерного распределения зеленых зон по территории города обусловлена актуальностью применения современных технологий для разработки эффективных решений.

В данной работе представлен пространственный анализ состояния зелёных насаждений Алматы, с фокусом на санитарной ситуации среди деревьев, плотности посадок и доступности зелёных зон для населения. Особое внимание уделяется применению геоинформационных систем (ГИС), спутниковых изображений и индекса NDWI (Normalized Difference Water Index), которые предоставляют возможность объективно оценивать природные и экологические параметры, а также их изменения в динамике. Выявленные результаты могут служить основой для принятия обоснованных управленческих решений в области градостроительного планирования, охраны окружающей среды и кадастровой оценки городских земель.

Методы и материалы

Данное исследование использует информацию о зелёных насаждениях Алматы, предоставленную муниципальными органами, которая включает в себя статистику по различным районам, сведения о площади зелёных зон и оценку санитарного состояния деревьев. Для анализа применялись геоинформационные методы в программе ArcGIS, с использованием инструментов ModelBuilder, Raster Calculator, Buffer и других специализированных инструментов. Оценка влажности почвы методом NDWI была проведена на основе спутниковых изображений Landsat 8 (2015 и 2023 гг.), полученных через платформу USGS EarthExplorer.

Результаты и обсуждение

Анализ данных о зелёном фонде Алматы выявил общую площадь зелёных зон в размере 25,38 тысяч гектаров. При этом равномерное распределение зелёных насаждений по территории города не наблюдается: плотность зелёных зон варьируется от 5,2 квадратных метров на человека в Ауэзовском районе до 17 квадратных метров на человека в Медеуском районе. Средний показатель обеспеченности зелёными насаждениями равен 12,2 квадратных метров на человека, что выше установленного норматива в 10 квадратных метров на человека. Несмотря на это, некоторые районы города демонстрируют существенное отставание от этого показателя.

Таблица 1 – Обеспеченность населения зелёными насаждениями в районах г. Алматы (2023 г.)

Район	Обеспеченность (м ² /чел.)
Медеуский	17
Турксибский	13,8
Бостандыкский	9,9
Алматинский	9,9
Жетысуский	8,3
Наурызбайский	7,7
Алатауский	7,2
Ауэзовский	5,2

Состояние зелёных насаждений в городе также вызывает серьёзные опасения. Из почти 4 миллионов деревьев, растущих в городе, 485 тысяч признаны ослабленными, а 79 тысяч уже представляют собой угрозу и требуют немедленного демонтажа. Самая критическая ситуация сложилась в Алатауском и Жетысуском районах, где доля аварийных деревьев достигает 8% и 7,2% соответственно.

Таблица 2 – Распределение деревьев по санитарному состоянию в районах Алматы

Район	Общее число деревьев	Ослабленные	Аварийные	Здоровых, %
Медеуский	472062	52000	7000	87,4
Турксибский	431490	49000	10000	74,1
Бостандыкский	210387	35000	5960	79,4
Ауэзовский	254764	73264	564	71,3
Жетысуский	220368	62000	7923	67,7

Алмалинский	230151	52000	10572	71,1
Наурызбайский	80721	20720	628	86,4
Алатауский	179479	40047	14481	69,6

Для исследования были привлечены спутниковые снимки Алматы, отснятые в 2015 и 2023 годах, полученные с официального сайта дистанционного зондирования USGS EarthExplorer. В качестве источника информации использовались изображения, полученные американским спутником Landsat 8, который благодаря своей высокой спектральной и пространственной разрешаемости позволил получить детальную информацию, необходимую для проведения ГИС-анализа (см. рисунок 1).

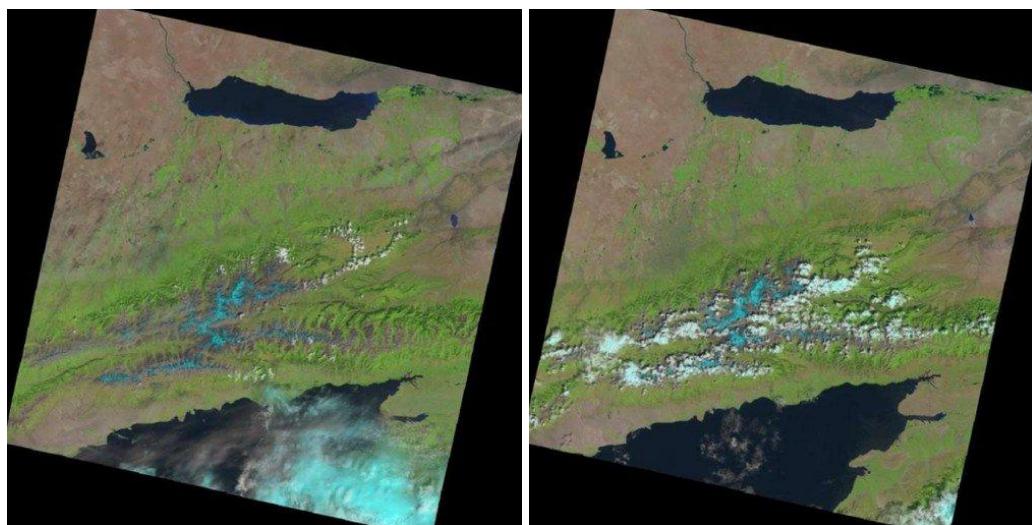


Рисунок 1 – Космические снимки Алматы (2015 и 2023, Landsat 8)

В ArcGIS ModelBuilder модель обработки данных визуально отображает автоматизированный процесс геообработки, связывая инструменты и данные в единую логическую цепочку. Такой подход гарантирует прозрачность, возможность повторения и автоматизацию аналитических действий, что особенно актуально при работе с массивными наборами растровых данных (см. рисунок 2).

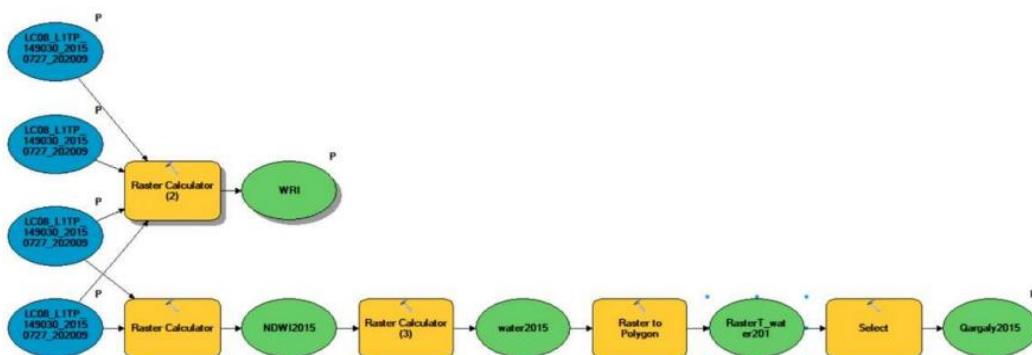


Рисунок 2 – Модель обработки данных в ArcGIS ModelBuilder

Используя инструмент Raster Calculator, были рассчитаны индикаторные значения путем математического объединения различных растровых слоев, среди которых спектральные каналы спутниковых изображений Landsat и данные цифровой модели рельефа. Это позволило объединить спектральные и топографические характеристики местности, что в свою очередь повысило точность определения зон с повышенной влажностью и специфическими геоморфологическими особенностями (см. рисунок 3).



Рисунок 3 – Использование Raster Calculator

Результаты пространственного анализа представлены в виде теневой модели рельефа, которая создана на основе цифровых высотных данных. Этот метод визуализации позволяет эффективно интерпретировать геоморфологические характеристики территории, подчеркивая возвышенности и понижения, за счет создания иллюзии освещения и трехмерного эффекта. Такое отображение способствует более глубокому проникновению в структуру ландшафта и пространственное размещение рельефных элементов (см. рисунок 4).

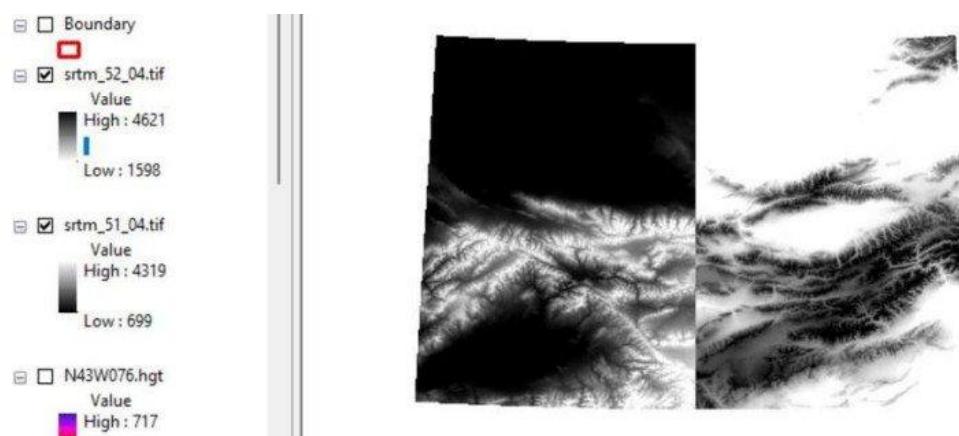


Рисунок 4 – Теневая модель рельефа

С помощью инструмента Select мы отфильтровали пространственные объекты, основываясь на заданных атрибутивных или пространственных критериях. Полученные результаты были представлены в виде тематических карт, демонстрирующих высотную структуру территории. В данном случае, применение теневой модели рельефа позволило наглядно отобразить морфологические особенности местности, выявив зоны с разной абсолютной высотой, начиная от пониженных и заканчивая возвышенными участками (см. рисунок 5).

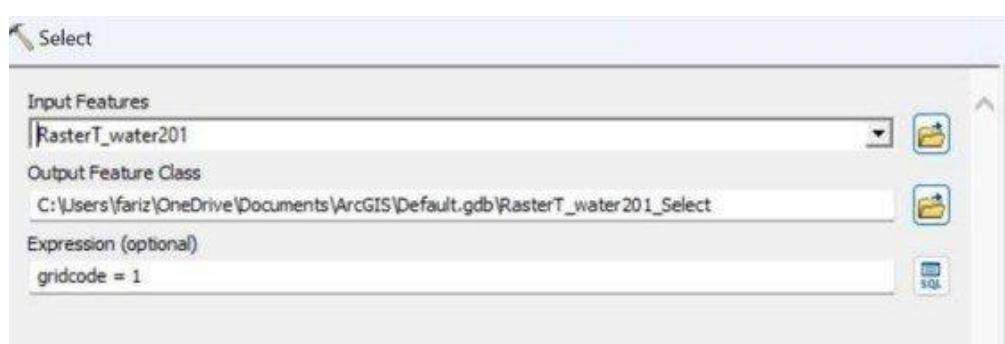


Рисунок 5 – Выборка через Select

Изображения демонстрируют результаты классификации значений индекса NDWI за 2015 и 2023 годов, где синим цветом обозначены участки с высокой влажностью. Сравнение этих данных выявило значительные различия в пространственном расположении зон с высоким содержанием воды между указанными годами. В 2015 году влага была более широко распространена, в отличие от 2023 года, когда водоемные участки встречаются лишь фрагментарно. Такая тенденция может указывать на снижение уровня влажности, вызванного климатическими изменениями и усилением антропогенной нагрузки (см. рисунок 6).

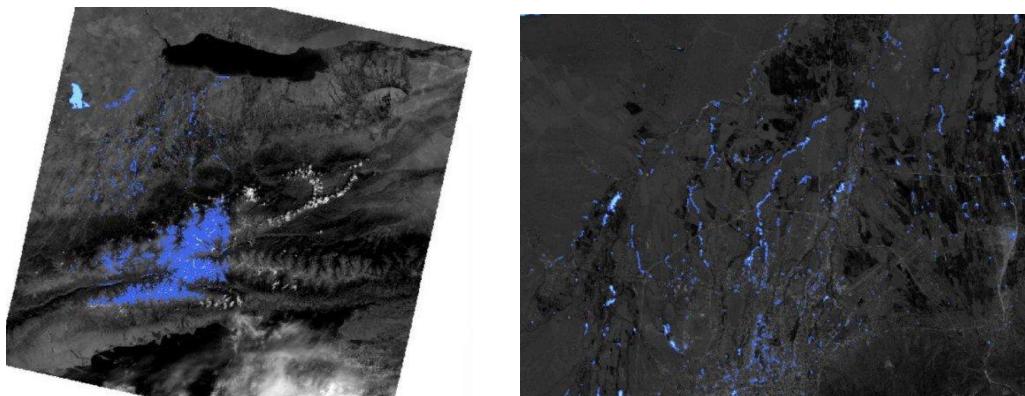


Рисунок 6 –Пространственное распределение водонасыщенных участков за 2015 и 2023 годы

В финальной стадии обработки с помощью инструмента Raster Calculator были рассчитаны итоговые значения индекса влажности почвы. Для этого применялись алгебраические формулы к растровым данным, что привело к объединению спектральных свойств и созданию нормализованного индекса влажности (NDWI), предназначенного для последующего изучения пространственного распределения участков с повышенной влажностью (см. рисунок 7).

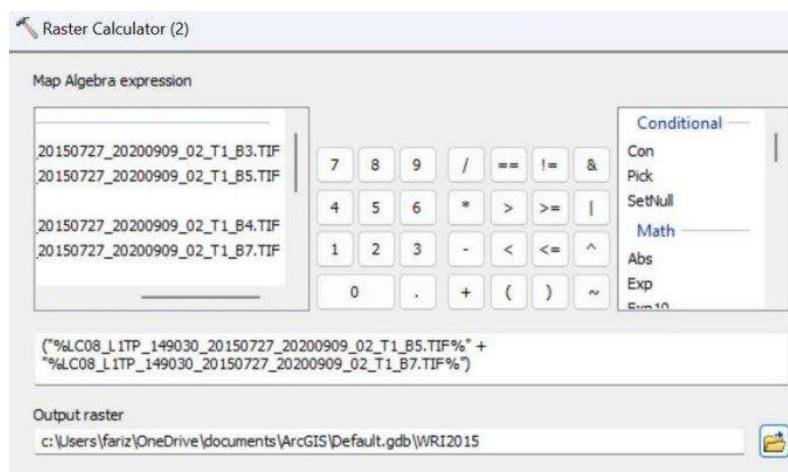


Рисунок 7 - Финальный расчёт через Raster Calculator

В финальной фазе ГИС-анализа был рассчитан нормализованный индекс водного различия (NDWI) с помощью инструмента "Raster Calculator" в программе ArcGIS. NDWI является эффективным инструментом для количественной оценки влажности почвенной поверхности, поскольку он основывается на анализе отражательной способности в ближнем инфракрасном и зелёном диапазонах спектра.

Для визуализации результатов расчетов NDWI были созданы цветовые карты, демонстрирующие степень влажности почвенного покрова в двух годах: 2015 и 2023. На рисунке 8 представлены карты, на которых цветовая палитра меняется от ярко-зеленого,

сигнализирующего о высокой влажности, до насыщенного оранжево-красного, указывающего на низкую влажность. В южной и юго-западной частях региона особенно отчетливо прослеживается уменьшение водоносных зон, что свидетельствует о прогрессирующей деградации почвенного покрова, обусловленной как климатическими, так и антропогенными факторами (см. рисунок 8).

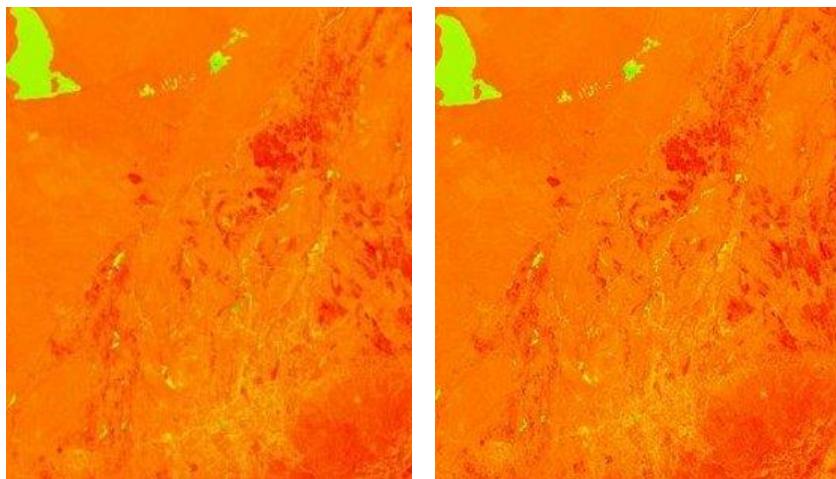


Рисунок 8 – Индекс влажности почвы на 2015 и 2023 годы (NDWI)

Исследование выявило, что в 2015 году преобладали участки с умеренной и высокой влажностью, особенно в центральной зоне изучаемой территории. В 2023 году, наоборот, отмечено сокращение площади водонасыщенных участков и увеличение зон с пониженной влажностью. Такая тенденция указывает на негативные изменения, обусловленные климатическими факторами (уменьшением осадков и повышением средних годовых температур), а также усилением антропогенного влияния на почвенно-растительный комплекс.

Следовательно, индекс NDWI является важным инструментом для кадастровой демаркации и экологической оценки земель, поскольку отражает пространственно-временные динамики гидрологических особенностей территории. Интеграция этой информации в модели кадастровой стоимости способствует более точной и экологически обоснованной оценке стоимости земельных участков.

С целью обобщения выводов пространственного анализа был выполнен сравнительный анализ динамики почвенной влажности в течение всего периода исследования. Таблица 3 демонстрирует ключевые параметры данных, применяемых методов и полученных результатов на 2015 и 2023 годы.

Таблица 3 – Сравнительный анализ влажности почвы (2015 и 2023 гг.)

Год анализа	Используемые данные	Метод	Обработка	Результаты	Вывод
2015	Landsat	NDWI	Классификация растров	Умеренная/высокая влажность	Структура стабильна
2023	Landsat	NDWI	Визуализация в ArcGIS	Пониженная влажность	Влажность снижается
Сравнение	NDWI	Индексный анализ	Сопоставление по годам	Снижение влажности	Изменения климата

Анализ NDWI выявил значительное уменьшение зон с положительным водным балансом, что подтверждает наблюдения о снижении осадков и повышении температур в регионе. Полученные результаты подкрепляют гипотезу о все более ощутимом влиянии климатических изменений на ключевые кадастровые характеристики почв.

Заключение

Проведённый пространственный анализ зелёного фонда города Алматы показал, что состояние городской зелёной инфраструктуры требует системной поддержки и регулярного мониторинга. Особенno уязвимыми остаются территории с низкой плотностью озеленения и повышенной антропогенной нагрузкой, что подтверждается выявленными различиями в санитарном состоянии древостоя.

Результаты инвентаризации и диагностики зелёных насаждений позволили установить значительную долю аварийных, усыхающих и ослабленных деревьев, что свидетельствует о необходимости планового обновления и замены части растительного фонда. Внедрение современных методов оценки здоровья насаждений способствует повышению эффективности городского озеленения и снижению экологических рисков.

Использование ГИС-технологий и дистанционного зондирования, включая расчёт индекса NDWI, обеспечило точное определение зон с недостаточной влажностью, выявление потенциально проблемных участков и учет природно-климатических факторов при кадастровой оценке земель. Сравнение результатов показало, что применение ГИС существенно повышает объективность, воспроизводимость и информативность кадастровых расчетов по сравнению с традиционными методами.

Таким образом, интеграция геоинформационных технологий в оценку и мониторинг зелёного фонда является ключевым условием для формирования устойчивой городской экосистемы, повышения качества среды проживания и совершенствования системы кадастровой оценки земель города Алматы. Полученные результаты могут быть использованы при разработке программ озеленения, градостроительных решений и экологической политики мегаполиса.

Список литературы

1. Решетняк, О. С., Косменко, Л. С., Коваленко, А. А. Антропогенная нагрузка и качество воды на замыкающих створах рек арктической зоны России. Вестник Московского университета. Серия 5. География и экология, 2022, (3), 3–17. <https://elibrary.ru/item.asp?id=48920355>.
2. Temirbekov, N., Kudaibergenov, S., Shalakhmetova, R., Saduakhasova, G., Zhoddassova, G. Assessment of the negative impact of urban air pollution on respiratory diseases of the population of Almaty city based on machine learning methods. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023, 20(17), 6540. <https://doi.org/10.3390/ijerph20176540>
3. Naizabayeva, L., Alibekova, Z., Ospanova, D., Imanbayeva, A. Simulation-based assessment of urban pollution in Almaty. Applied Sciences, 15(12), 2025, 6391. <https://doi.org/10.3390/app15126391>.
4. Dedova, T., Balakay, L., & Kenzhegulova, A. Investigating stagnant air conditions in Almaty: A WRF modeling approach. Atmosphere, 2024, 15(5), 766. <https://doi.org/10.3390/atmos15050766>.
5. Tasmurzayev, N., Abdrahmanov, Y., Seidaliyeva, A. A low-cost IoT sensor and preliminary machine-learning approach for air quality monitoring along transport corridors in Almaty. Sensors, 25(14), 2025. <https://doi.org/10.3390/s25144521>.
6. Юсупов, Ж. Е., Яковлев, А. А., Саркынов, Е. С., Зулпыхаров, Б. А., Аманов, Н. А. Обоснование технологии подъёма воды из водотоков с использованием усовершенствованного гидротаранного насосного устройства. В Устойчивое развитие: региональные аспекты: Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции молодых учёных. Брест, 2019.
7. Li, L., et al. Analyzing spatial patterns of urban green infrastructure for maximizing cooling supply: guidance for UGI layouts. Landscape and Urban Planning, 249, 2025, 104767. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2025.104767>.

8. Dong Wang, P-Y. Xu, B. An, Q-P. Guo et al. Urban green infrastructure: bridging biodiversity conservation and sustainable urban development through adaptive management approach. *Ecology and Evolution*, 14, 2024. <https://doi.org/10.3389/fevo.2024.1440477>.
9. Mahmoud, R. A. F. A. Requirements for achieving the social benefits of Urban Green Infrastructure (UGI). *JES. Journal of Engineering Sciences*, 52(5), 2024, 498-532. <https://doi.org/10.21608/jesaun.2024.289935.1336>.
10. Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., Bonn, A., Wellstein, M. Principles for urban nature-based solutions. *One Earth*, 5(1), 2022, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.12.016>.
11. Gurieva, L., & Kurnosova, T. Green infrastructure development as a factor of Moscow metropolis sustainable development. *Bio-Conferences*, 105, 2024, 06018. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410506018>.
12. Харипова З. Р. Использование земельно-ресурсного потенциала в системе городского природопользования // Экономика и экология территориальных образований. 2015. No 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n_ispolzovanie-zemelno-resursnogo-potentsiala-v-sisteme-gorodskogo-prirodopolzovaniya.
13. Hu, J., Li, Z. W., Ding, X. L., Zhu, J. J., Zhang, L., & Sun, Q. (2014). Resolving three-dimensional surface displacements from InSAR measurements: A review. *Earth-Science Reviews*, 133, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.02.005>.
14. Liao, L., Zhang, P. Preparation and characterization of polyaluminum titanium silicate and its performance in the treatment of low-turbidity water. *Processes*, 6(8), 2018, 125. <https://doi.org/10.3390/pr6080125>.

References

1. Reshetnyak, O. S., Kosmenko, L. S., Kovalenko, A. A. Antropogennaya nagruzka i kachestvo vody na zamykayushchih stvorah rek arkticheskoy zony Rossii. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya i ekologiya*, 2022, (3), 3–17. <https://elibrary.ru/item.asp?id=48920355>.
2. Temirbekov, N., Kudaibergenov, S., Shalakhmetova, R., Saduakhasova, G., Zhoddassova, G. Assessment of the negative impact of urban air pollution on respiratory diseases of the population of Almaty city based on machine learning methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023, 20(17), 6540. <https://doi.org/10.3390/ijerph20176540>
3. Naizabayeva, L., Alibekova, Z., Ospanova, D., Imanbayeva, A. Simulation-based assessment of urban pollution in Almaty. *Applied Sciences*, 15(12), 2025, 6391. <https://doi.org/10.3390/app15126391>.
4. Dedova, T., Balakay, L., & Kenzhegulova, A. Investigating stagnant air conditions in Almaty: A WRF modeling approach. *Atmosphere*, 2024, 15(5), 766. <https://doi.org/10.3390/atmos15050766>.
5. Tasmurzayev, N., Abdrakhmanov, Y., Seidaliyeva, A. A low-cost IoT sensor and preliminary machine-learning approach for air quality monitoring along transport corridors in Almaty. *Sensors*, 25(14), 2025. <https://doi.org/10.3390/s25144521>.
6. Yusupov, ZH. E., Yakovlev, A. A., Sarkynov, E. S., Zulpyharov, B. A., Amanov, N. A. Obosnovanie tekhnologii pod"yoma vody iz vodotokov s ispol'zovaniem usovershenstvovannogo gidrotarannogo nasosnogo ustrojstva. V Ustoichivoe razvitiye: regional'nye aspekty: Sbornik materialov XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchyonyh. Brest, 2019.
7. Li, L., et al. Analyzing spatial patterns of urban green infrastructure for maximizing cooling supply: guidance for UGI layouts. *Landscape and Urban Planning*, 249, 2025, 104767. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2025.104767>.
8. Dong Wang, P-Y. Xu, B. An, Q-P. Guo et al. Urban green infrastructure: bridging biodiversity conservation and sustainable urban development through adaptive management approach. *Ecology and Evolution*, 14, 2024. <https://doi.org/10.3389/fevo.2024.1440477>.

9. Mahmoud, R. A. F. A. Requirements for achieving the social benefits of Urban Green Infrastructure (UGI). JES. Journal of Engineering Sciences, 52(5), 2024, 498-532. <https://doi.org/10.21608/jesaun.2024.289935.1336>.
10. Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., Bonn, A., Wellstein, M. Principles for urban nature-based solutions. One Earth, 5(1), 2022, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.12.016>.
11. Gurieva, L., & Kurnosova, T. Green infrastructure development as a factor of Moscow metropolis sustainable development. Bio-Conferences, 105, 2024, 06018. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410506018>.
12. Haripova Z. R. Ispol'zovanie zemel'no-resursnogo potenciala v sisteme gorodskogo prirodopol'zovaniya // Ekonomika i ekologiya territorial'nyh obrazovanij. 2015. No 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-zemelno-resursnogo-potentsiala-v-sisteme-gorodskogo-prirodopolzovaniya>.
13. Hu, J., Li, Z. W., Ding, X. L., Zhu, J. J., Zhang, L., & Sun, Q. (2014). Resolving three-dimensional surface displacements from InSAR measurements: A review. Earth-Science Reviews, 133, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.02.005>.
14. Liao, L., Zhang, P. Preparation and characterization of polyaluminum titanium silicate and its performance in the treatment of low-turbidity water. Processes, 6(8), 2018, 125. <https://doi.org/10.3390/pr6080125>.

A. Б. Даркенбаева^{1,2}, Г.С. Айтхожаева¹, А.А. Алтаева^{2}*

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,
darkenbayevaasel@gmail.com, g.aitkhozhayeva@kaznaru.edu.kz,

²Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, Қазақстан,
a.altaeva@kazgasa.kz*

ГИС ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫң ЖАСЫЛ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНЫң ЖАҒДАЙЫН КЕҢІСТІКТІК-ТАЛДАМАЛЫҚ БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Бұл мақалада қазіргі Алматы қаласында жасыл жеке таралудың орналасуы мен таралуына кеңістіктердің талдауы арқылы жетістікке жетілген. Мұндай талдау жасыл жеке таралудың қала аумағындағы орналасуы мен тығыздығын анықтауға, сонымен қатар жасыл жеке таралудың сандық және сапалық көрсеткіштерін, мысалы, ағаштардың денсаулығы, көгалданудыру аумақтарының көлемі, отырғызу тығыздығы және қала тұрғындарына жасыл аймақтардың қолжетімділігі сияқты факторларды зерттеуге мүмкіндік береді. Бұл зерттеу, статистикалық деректер, картографиялық мәліметтер, геоакпараттық бағау және сырттан Жерді зерттеу әдістері сияқты бірнеше әдістердің біріктіретін толықтырылған тәсілді пайдалану арқылы жүргізіледі.

Анықталған зерттеу нәтижесі бойынша, қалада жасыл жеке таралуды әкімшілік аудандар бойынша біркелкі емес. Бұл фактор қала экологиялық тұрғыдан тепе-тендігін бұзады және қала ортасының сапасын төмендетеді. Сонымен, қолданыстағы қала құрылышы мен санитарлық нормалармен сәйкес келмейтін көгалданудыру деңгейі де байқалды. Есептеу дәлдігін арттыру мақсатымен, кеңістіктік деректердің көрсетуге мүмкіндік беретін геоакпараттық жүйелер (ГАЗ) пайдаланылады, сонымен қатар Landsat орбиталық фотосуреттері мен топырақтың су мөлшерін анықтау үшін NDWI (Нормаланған су индексі) формуласы қолданылады.

Мақалада Алматы қаласының жасыл инфрақұрымын дамыту бойынша бағыттарына толыш карталар мен статистикалық кестелер қарастырылды. Қабылданған деректер қаланың тұрақты даму жоспарларын құру, экологиялық нормативтерді белгілеу және қала аумақтарына кадастрылық бағалауды толықтыруда пайдалануға болады.

Кілт сөздер: жасыл қор, Алматы, кадастр, экологиялық бағалау, ГАЗ, NDWI, көгалданудыру, санитарлық жағдай, ауа ластануы.

A.B.Darkenbayeva^{1,2}, G.S.Aitkhozhayeva¹, A.A.Altayeva^{2*}

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan,

darkenbayevaasel@gmail.com, g.aitkhozhayeva@kaznaru.edu.kz,

²International educational corporation, Almaty, Kazakhstan, *a.altaeva@kazgasa.kz**

SPATIAL-ANALYTICAL ASSESSMENT OF THE GREEN INFRASTRUCTURE OF ALMATY USING GIS TECHNOLOGIES

Abstract

This article examines the current distribution and density of green spaces within Almaty through the lens of spatial analysis, aiming to uncover underlying patterns. A key focus is placed on assessing both the numerical and experiential qualities of these green areas, considering factors like tree health, size of green spaces, planting frequency, and the ease with which residents can access them. This study employs a multifaceted approach, integrating statistical data, cartographic insights, geoinformation analysis, and remote sensing techniques.

This study exposes a disparity in green space distribution throughout the city's administrative districts, a situation that detrimentally impacts the ecological equilibrium and overall quality of the urban environment. Furthermore, the landscaping in numerous areas falls short of contemporary urban planning and sanitation guidelines. For enhanced analytical precision, Geographic Information Systems (GIS) are employed to visually represent spatial data, in conjunction with Landsat satellite imagery and the NDWI (Normalized Difference Water Index) to determine soil moisture content.

This article utilizes thematic maps and analytical data to showcase the prevailing trends in Almaty's expanding green infrastructure. The gathered information provides a foundation for crafting strategies aimed at sustainable urban growth, establishing ecological benchmarks, and enhancing the precision of cadastral assessments for urban areas.

Keywords: green infrastructure, Almaty, cadastre, ecological valuation, GIS, NDWI, greening, tree health, air pollution.

Вклад авторов:

Даркенбаева А.Б - методическое сопровождение, сбор и обработка данных, написание основного текста статьи.

Алтаева А.А. - сбор и обработка данных, написание и редактирование текста статьи.

CRediT: Отбор данных; Формальный анализ; Написание статьи.

CRediT: Методология; Отбор данных; Формальный анализ; Написание статьи.

Айтхожаева Г.С.- сбор и обработка данных, написание и научное редактирование текста.

CRediT: Концептуализация; Валидация; Написание – обзор и редактирование