

ТЕХНОЛОГИИ БОРЬБЫ С ДЕГРАДАЦИЕЙ И ОПУСТЫНИВАНИЕМ ЗЕМЕЛЬ

УДК:528.88

DOI 10.37738/VNIIGIM.2024.35.67.071

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВЫ

¹Абдикаиров Б.Е., базовый докторант 1-курса

²Жулиев М.К., доктор философии естественных наук (PhD)

³Гафурова Л.А., доктор биологических наук

¹Каракалпакский институт сельского хозяйства и агротехнологии, г. Нукус, Узбекистан

²Национальный Исследовательский Университет “Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства”, г. Ташкент, Узбекистан

²Туринский политехнический университет в городе Ташкенте, г. Ташкент, Узбекистан

³Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека, г. Ташкент, Узбекистан

Аннотация. Засоленность почвы, являясь одним из видов деградации земельных ресурсов, считается основным фактором разрушения плодородности земли. Своевременное и оперативное выявление засоленности служит основой к устойчивому управлению почвами. Применение современных методов мониторинга и предсказание деградации земель, включая засоленность, является ключевым моментом в устойчивом управлении ресурсами, к которым относятся данные дистанционного зондирования (ДЗЗ), геоинформационные системы (ГИС), моделирование и т.д.

Ключевые слова: Засоленность, почва, ГИС, деградация, индекс засоленности

APPLICATION OF THE GEOINFORMATION SYSTEM AND METHODS OF REMOTE SENSING OF THE EARTH IN DETERMINING THE SALINITY OF THE SOIL

¹Abdikairov B.E., 1st year basic doctoral student

²Zhuliev M.K., Doctor of Philosophy of Natural Sciences (PhD)

³Gafurova L.A., Doctor of Biological Sciences

¹Karakalpak Institute of Agriculture and Agrotechnology, Nukus, Uzbekistan

²Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers National Research University, Tashkent, Uzbekistan

²Turin Polytechnic university in Tashkent, Tashkent, Uzbekistan

³Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. Soil salinity, being one of the types of degradation of land resources, is considered the main factor in the destruction of land fertility. Timely and prompt detection of salinity serves as the

basis for sustainable soil management. The use of modern methods for monitoring and predicting land degradation, including salinity, is a key point in the sustainable management of resources, which include remote sensing data, geographic information systems (GIS), modeling, etc.

Keywords: *Salinity, soil, GIS, degradation, salinity index*

Почва как основной ресурс для обеспечения жизнедеятельности человека является ключевым компонентом в природе. Рациональное использование почвенных ресурсов и сохранение ее плодородности необходимо для устойчивого развития экосистемы в целом. В настоящее время засоление почв является одной из сложных проблем деградации земли во всем мире, где оно существенно проявляется в ползасушливых и засушливых регионах, что может угрожать продуктивности почв на сельскохозяйственных землях. Более двух третей мировых почв, подверженных воздействию солей, находятся именно в таких местах [1]. Засоленные почвы – это почвы, содержащие в своем профиле или в его части легкорастворимые минеральные соли в количествах, вредных для растений (более 0.1-0.3%) [2]. Существует два вида засоленности почв: первичный, связанный с естественными процессами, такими как испарение минерализованных почвенно-грунтовых вод, эоловый привнос, так и вторичный через искусственные процессы – орошение, осушение. Для предотвращения засоленности почвы и своевременного урегулирования процессов деградации земель необходимо применение современных методов исследования, к которым относятся данные дистанционного зондирования (ДЗЗ), геоинформационные системы (ГИС), искусственная нейронная сеть [3]. Известно, что традиционные исследования засоленности почв требуют много времени и средств, особенно на больших площадях. В последние десятилетия технология дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) демонстрирует высокий потенциал для картографирования засоленности почв в крупных масштабах. Оценка пространственно-временных особенностей засоления почв в геоинформационной среде позволяет в дополнение к существующим нормативным аспектам по охране почв от деградации создать дополнительную территориальную базу данных для местного управления [4].

Метод исследования

В последние десятилетия мониторинг почвенных характеристик перешел от использования традиционных подходов (например, геостатистических) к цифровым почвенным картам (ЦПК), которые предлагают более эффективные и экономичные средства и методы моделирования почвенных характеристик для больших площадей и в регионах с недостатком данных [5]. Для определения засоленности почвы применяются индексы засоленности (SI1, SI2, SI3, SI4, SI5, SI6, SAVI, NDSI). Индексы засоленности почв являются распространенным способом в ДЗЗ для идентификации и картографирования засоленности почв на основе различных комбинаций каналов космических снимков [6]. Как показывает анализ существующей литературы, в данной области ряд исследователей [7–9] применяют индексы засоленности почв и лабораторные анализы для прогнозирования засоленности.

Источниками данных космических снимков для проведения мониторинга засоленности могут служить материалы спутниковой системы Sentinel-2, обеспечивающие получение изображений с высоким пространственным, спектральным и временным разрешением, потенциал которого был использован рядом исследователей для картографирования засоленности. Однако полезность изображений Sentinel-2 часто ограничена в некоторых областях, например, в оценке изменений. Это связано с тем, что спутники Sentinel-2 запускались лишь с 2015 года. Поэтому снимки серии спутников Landsat широко используются для улучшения глобального экологического мониторинга, в частности, для оценки засоленности [10].

Результаты и обсуждение

В настоящее время засоленность почв считается одной из основных угроз для устойчивости сельскохозяйственных почв и, как следствие, продовольственной безопасности в полузасушливых и засушливых регионах земного шара. Поэтому большое значение имеет эффективное управление почвенными ресурсами путем мониторинга засоления почв, в частности, пахотных земель, для своевременного наблюдения за ними и предотвращения дальнейшего роста засоления в регионах. Учитывая интенсивный прогресс засоления почв в глобальных масштабах, разработана система международной классификации, где отражены основные типы, показатели и степени влияния засоленности на сельскохозяйственные культуры. Для определения, предотвращения и прогнозирования деградации почв, рекомендуется использовать международную классификацию засоленности почв, отраженную в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация засоленности почв по данным ФАО [11]

Электропроводность почвы	Тип засоления	Влияние на рост сельскохозяйственных культур
<0,75	Незасоленный	Нет
0,75-2	Слабо засоленный	Нет
2-4	Умеренно засоленный	Урожайность чувствительных культур может быть ограничена
4-8	Сильно засоленный	Урожайность многих сельскохозяйственных культур ограничена
8-15	Очень сильно засоленный	Удовлетворительную урожайность дают только толерантные культуры
>15	Экстремально засоленный	Лишь некоторые очень устойчивые культуры дают удовлетворительные урожаи

По последним данным ученых и специалистов, в настоящее время около 1 млрд га или 7% от общей земной поверхности страдают от засоления, это относится более чем к 100 странам мира (Рис. 1) [12].

Самые горячие точки засоления почв находятся в Австралии, США, Китае, странах Центральной и Западной Азии и Восточной Африки. Более двух третей

глобального засоления почв сосредоточены в полуаридных и аридных территориях [13].

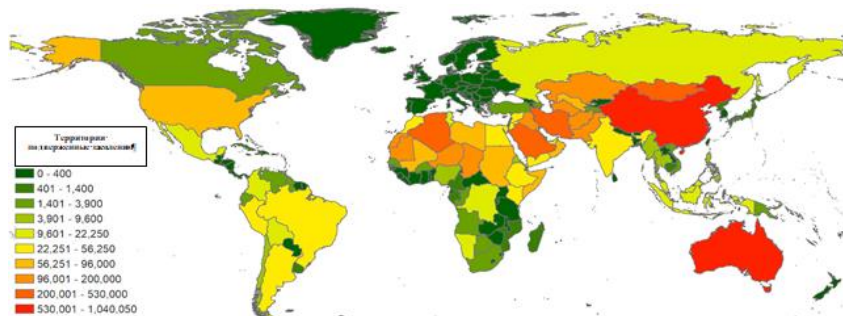


Рисунок 1 - Глобальное распределение засоленности почв

В связи с этим, те, кто имеет непосредственное отношение к земельным ресурсам – фермеры, арендаторы земель, землепользователи, всегда нуждаются в надежной, точной и обновленной оценке засоленности почв. Традиционные методы мониторинга засоленности почв в основном базированы на умении и опыте специалистов интерпретировать ключевые процессы почвообразования. Кроме того, необходим сбор образцов для получения детальной информации о засоленности почвы в крупномасштабных исследованиях. Однако полученные карты таких закономерностей обычно свидетельствуют о неспособности картографирования засоленности почв описать структуру непрерывных и динамических характеристик почвы. Кроме того, это делает мониторинг засоленности почвы трудоемким и длительным. Эти проблемы остро стоят в полузасушливых и засушливых регионах мира, где применение данных дистанционного зондирования (ДЗЗ) и геоинформационные системы (ГИС) необходимо для оперативного регулирования и определения тенденции деградации почв с целью выработки соответствующих планов действий.

Заключение

Таким образом, в настоящее время применение современных методов мониторинга земель, а именно, дистанционное зондирование земли и геоинформационные системы, упрощают процесс и ускоряют результат, охватывая большую территорию и достаточно долгий временной интервал. Внедрение ГИС-технологий позволяет не только значительно упростить ведение информационных баз и снизить вероятность возникновения ошибок, но и внедрить новые методы поддержки принятия управленческих решений на основе анализа данных, визуализировать данные, автоматизировать, кардинально изменить и улучшить процесс составления картографических материалов и, в конечном итоге, поднять производительность труда. Также при управлении земельными ресурсами необходимо привлечение данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и совершенствование методов визуального

дешифрирования геоизображений с целью оценки современного состояния земельных ресурсов, разработки обоснованного системного подхода и методических основ тематического картографирования текущего состояния земель, создания тематических карт по данным дистанционного зондирования. Источниками данных для мониторинга засоленности земель являются ресурсы спутниковой системы Sentinel-2 и Landsat, находящиеся в свободном доступе для широкого круга пользователей. Результаты, полученные при использовании ГИС-технологий, не только оптимально сочетаются с экспертными оценками и результатами моделирования, выполненного с использованием традиционных «ручных» методов, но и позволяют выявить ряд ранее допущенных ошибок, связанных с влиянием человеческого фактора и нивелировать субъективность в процессе работы. Полученные результаты могут служить основой, как для земледельцев, так и для органов местной власти при принятии решений по эффективному управлению земельными ресурсами.

Список использованных источников

1. Lekka, C. Exploring the spatial patterns of soil salinity and organic carbon in agricultural areas of Lesvos Island, Greece, using geoinformation technologies / Christina Lekka, George P. Petropoulos, Dimitris Triantakoustantis et al // *Environ Monit Assess.* - 2023. - Vol. 195. - № 391. - Pp. 391.
2. Осипов, А.В., Причины засоления почв Краснодарского края и меры борьбы с ними / А.В. Осипов, Т.В. Колесниченко, О.В. Димитриенко // *Тенденции развития науки и образования.* - 2022. - № 87. - Ч. 3. - С. 14–16.
3. Juliev, M.K. Application of artificial neural network in Land degradation / M.K. Juliev, L.A. Gafurova, B.E. Abdikairov // *Researchgate.* - 2023. - Vol. 11. - № 5. Pp. 147–149.
4. Червань, А.Н. Пространственно-временные изменения показателей засоления почв Солигорского горнопромышленного района / А.Н. Червань, А.М. Устинова, В.Б. Цырибко // *почвоведение.* - 2019. - № 8. - С. 1004–1014.
5. Pessoa, L.G.M. Assessment of soil salinity status under different land-use conditions in the semiarid region of Northeastern Brazil / L.G.M. Pessoa, M.B. G. dos S. Freire, C.H.M. Green et al // *Ecological Indicators.* - 2022. - Vol. 141. - Pp. 109139.
6. Garajeh M.K. et al. An automated deep learning convolutional neural network algorithm applied for soil salinity distribution mapping in Lake Urmia, Iran / Garajeh M.K., F. Malakyar, Q. Wenget et al // *Sci Total Environ.* - 2021. - Vol. 778. - Pp. 146253.
7. Yu, H. Mapping Soil Salinity/Sodicity by using Landsat OLI Imagery and PLSR Algorithm over Semiarid West Jilin Province, China / H. Yu, M. Liu, B. Du et al // *Sensors.* - 2018. - Vol. 18. - № 4. - Pp. 1048.
8. Davis, E. Comparing Sentinel-2 MSI and Landsat 8 OLI in soil salinity detection: a case study of agricultural lands in coastal North Carolina / E. Davis, C. Wang, K. Dow // *International Journal of Remote Sensing.* - 2019. - Vol. 40 (16).
9. Gorji, T. Soil salinity analysis of Urmia Lake Basin using Landsat-8 OLI and Sentinel-2A based spectral indices and electrical conductivity measurements / T. Gorji, A. Yildirim, N. Hamzehpour et al // *Ecological Indicators.* - 2020. - Vol. 112. - Pp. 106173.
10. Abuzaid, A.S. Predicting Dynamics of Soil Salinity and Sodicity Using Remote Sensing Techniques: A Landscape-Scale Assessment in the Northeastern Egypt / A.S. Abuzaid, M.S. El-Komy, M.S. Shokret al // *Sustainability.* - 2023. - Vol. 15. - № 12. - Pp. 9440.
11. FAO. Global map of salt affected soils. - 2021. № CB7247EN/1/10.21.
12. Chele, K.H. Soil Salinity, a Serious Environmental Issue and Plant Responses: A Metabolomics Perspective / K.H. Chele, M.M. Tint, L.A. Piater et al. // *Metabolites.* - 2021. - Vol. 11. - № 11. - Pp. 724.

13. Suleymanov, A. Random Forest Modeling of Soil Properties in Saline Semi-Arid Areas / A. Suleymanov, I. Gabbasova, M. Komissarov et al // Agriculture. - 2023. - Vol. 13 (5). - Pp. 976.

References

1. Lekka, C. Exploring the spatial patterns of soil salinity and organic carbon in agricultural areas of Lesvos Island, Greece, using geoinformation technologies / Christina Lekka, George P. Petropoulos, Dimitris Triantakoustantis et al // Environ Monit Assess. - 2023. - Vol. 195. - № 391. - Pp. 391.
2. Osipov, A.V., The causes of soil salinization in the Krasnodar Territory and measures to combat them / A.V. Osipov, T.V. Kolesnichenko, O.V. Dimitrienko // Trends in the development of science and education. - 2022. –No.87. –Part 3. - pp. 14-16.
3. Juliev, M.K. Application of artificial neural network in Land degradation / M.K. Juliev, L.A. Gafurova, B.E. Abdikairov // Researchgate. - 2023. - Vol. 11. - No. 5. Pp. 147-149.
4. Chervan, A.N. Spatial and temporal changes in soil salinity indicators of the Soligorsky mining district / A.N. Chervan, A.M. Ustinova, V.B. Tsyribko // soil science. - 2019. - No. 8. - pp. 1004-1014.
5. Pessoa, L.G.M. Assessment of soil salinity status under different land-use conditions in the semi-arid region of Northeastern Brazil / L.G.M. Pessoa, M.B. G. dos S. Freire, C.H.M. Green et al // Ecological Indicators. - 2022. - Vol. 141. - Pp. 109139.
6. Garajeh M.K. et al. An automated deep learning convolutional neural network algorithm applied for soil salinity distribution mapping in Lake Urmia, Iran / Garajeh M.K.,F. Malakyar, Q.Wenget et al // Sci Total Environ. - 2021. - Vol. 778. - Pp. 146253.
7. Yu, H. Mapping Soil Salinity/Sodicity by using Landsat OLI Imagery and PLSR Algorithm over Semi-arid West Jilin Province, China / H. Yu, M. Liu, B. Du et al // Sensors. - 2018. - Vol. 18. - № 4. - Pp. 1048.
8. Davis, E. Comparing Sentinel-2 MSI and Landsat 8 OLI in soil salinity detection: a case study of agricultural lands in coastal North Carolina / E. Davis, C. Wang, K. Dow // International Journal of Remote Sensing. - 2019. - Vol. 40 (16).
9. Gorji, T. Soil salinity analysis of Urmia Lake Basin using Landsat-8 OLI and Sentinel-2A based spectral indices and electrical conductivity measurements / T. Gorji, A. Yildirim, N. Hamzehpour et al // Ecological Indicators. - 2020. - Vol. 112. - Pp. 106173.
10. Abuzaid, A.S. Predicting Dynamics of Soil Salinity and Sodicity Using Remote Sensing Techniques: A Landscape-Scale Assessment in the Northeastern Egypt / A.S. Abuzaid, M.S. El-Komy, M.S. Shokret et al // Sustainability. - 2023. - Vol. 15. - № 12. - Pp. 9440.
11. FAO. Global map of salt affected soils. - 2021. № CB7247EN/1/10.21.
12. Chele, K.H. Soil Salinity, a Serious Environmental Issue and Plant Responses: A Metabolomics Perspective / K.H. Chele, M.M Tint, L.A. Piater et al. // Metabolites. - 2021. - Vol. 11. - № 11. - Pp. 724.
13. Suleymanov, A. Random Forest Modeling of Soil Properties in Saline Semi-Arid Areas / A. Suleymanov, I. Gabbasova, M. Komissarov et al // Agriculture. - 2023. - Vol. 13 (5). - Pp. 976.