



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.1.6>

UDC 551.4.03

LBC 26.823.41

GEOINFORMATION ANALYSIS OF THE RELIEF OF THE ASTRAKHAN TRANS-VOLGA REGION ¹

Alina V. Melikhova

Federal Scientific Centre of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation;
Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. The Astrakhan Trans-Volga region belongs to the dry-steppe and semi-desert zones, in connection with which deflation and desertification pose the greatest danger to this territory. For mapping, the Krasnoyarsk and Kharabalinsky municipal districts of the Astrakhan region were selected, which are located on the territory of the Northern Caspian Sea and are most susceptible to intense desertification processes. In addition, the study area is characterized by thin soils, so the development of desertification processes is a rapidly growing and hardly reversible process. The relevance of the analysis of the relief of the territory is due to the influence of geomorphological characteristics on the magnitude and dynamics of erosive land degradation. The research methodology is based on the use of geoinformation systems for the development of analytical maps based on digital elevation models and geostatistical analysis of the spatial distribution of its structure. Geostatistical analysis is a part of the geoinformation analysis of the relief, thanks to which the description of the physical and geographical scheme of the interaction of landscape components is carried out. Geoinformation analysis of the Astrakhan Trans-Volga region revealed that 63% of the territory has an inclination angle from 0 to 1°, and 90% does not exceed 3.0°. The distribution of the territory by orientation relative to the cardinal points is uneven; the main part of the territory (74.38%) has a southern exposure. The territories with the western, eastern and southeastern exposure (1.21%, 0.05%, and 5.19%, respectively) received the least distribution in quantitative terms. The research results are presented with analytical relief maps, elevation ranges in the study area, and slope steepness. These results make it possible to assess the erosion hazard of such areas and develop measures to prevent their degradation in advance.

Key words: relief, geomorphology, Astrakhan Trans-Volga region, exposure, steepness.

Citation. Melikhova A.V. Geoinformation Analysis of the Relief of the Astrakhan Trans-Volga Region. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 13, no. 1, pp. 39-43. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.1.6>

УДК 551.4.03

ББК 26.823.41

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА АСТРАХАНСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ ¹

Алина Владимировна Мелихова

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,
г. Волгоград, Российская Федерация;
Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Астраханское Заволжье относится к сухостепной и полупустынной зоне, в связи с чем дефляция и опустынивание представляют наибольшую опасность для данной территории. Для картографирования выбраны Красноярский и Харабалинский муниципальные районы Астраханской области, которые располагаются на территории Северного Прикаспия и наиболее подвержены интенсивным процессам опустынивания. Кроме того, область исследования характеризуется маломощными почвами, поэтому развитие процессов опустынивания является быстро нарастающим и труднообратимым процессом. Актуальность анализа рельефа территории обусловлена влиянием геоморфологических характеристик на величину и динамику эрозионной деградации земель. Методика исследований базируется на использовании геоинформационных систем для разработки аналитических карт на основе цифровых моделей рельефа и геостатистичес-

кого анализа пространственного распределения его структуры. Геостатистический анализ является частью геоинформационного анализа рельефа, благодаря которому осуществляется описание физико-географической схемы взаимодействия компонентов ландшафта. Таким образом, геоинформационный анализ рельефа Астраханского Заволжья позволил установить, что 63 % (793 тыс. га) территории имеют углы наклона от 0 до 1°, а на 90 % площади крутизна не превышает значение 3,0°. Распределение территории по ориентации относительно сторон света неравномерное – основная часть территории (74,38 %) имеет южную экспозицию. Наименьшее распространение в количественном отношении получили территории с западной, восточной и юго-восточной экспозицией (1,21 %, 0,05 % и 5,19 % соответственно). Результаты исследований представлены аналитическими картами рельефа, диапазонов высот на территории исследования и крутизны склонов. Эти результаты позволяют провести оценку эрозионной опасности таких участков и заранее разработать меры по предотвращению их деградации.

Ключевые слова: рельеф, геоморфология, Астраханское Заволжье, экспозиция, крутизна.

Цитирование. Мелихова А. В. Геоинформационный анализ рельефа Астраханского Заволжья // Природные системы и ресурсы. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 39–43. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2023.1.6>

Введение. Астраханское Заволжье относится к полупустынной и сухостепной зоне, расположенной на территории Прикаспийской низменности. Юг европейской части РФ наиболее важен для проведения своевременных ландшафтных исследований, потому как деградация ландшафтов Астраханского Заволжья нарастает с севера на юг [3; 8; 11]. При этом большая часть очагов опустынивания, которые являются крайним проявлением деградации земель, располагается в двух муниципальных единицах Астраханской области – Харабалинском и Красноярском районах. Актуальность анализа рельефа территории обусловлена влиянием геоморфологических характеристик на величину и динамику эрозионной деградации земель [7]. Процесс опустынивания астраханских аридных пастбищ связан с ускорением нарастания засушливости климата и негативным воздействием выпаса животных, что также увеличивает частоту пыльных бурь [2; 4]. Благодаря расширенному функционалу современных ГИС-систем в работе с пространственными данными представляется возможным определение и получение основных геоморфологических параметров изучаемого рельефа местности.

Материалы и методы исследования. Основным источником данных о рельефе являются глобальные цифровые модели SRTM. В свободной географической информационной системе QGIS (версия 3.26 «Buenos Aires») создавались тематические слои соответствующих пространственных данных и цифровой модели рельефа. Цифровая картографическая модель хранит в себе информацию целого ком-

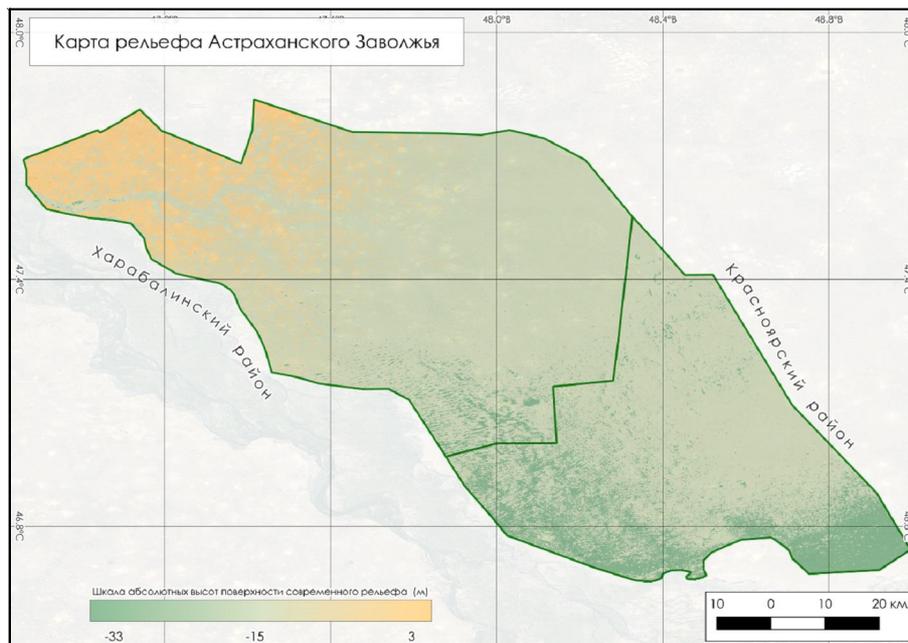
плекса компьютерного цифрового представления пространственных данных с визуализацией их содержания [6; 10].

В результате исследований получается полная картина особенностей рельефа объекта исследования, которая позволяет определить возможность хозяйственного использования территории.

В данной работе применялись открытые наборы данных OSM (OpenStreetMap) для определения границ муниципальных районов Астраханской области, а также инструментарий QGIS (3.26) – «экспозиция», «крутизна склонов» и классификация раstra.

Результаты и обсуждение. Антропогенное воздействие оказывает большое влияние на состояние агроландшафтов в результате хозяйственной деятельности человека. Обработка почвы (изменение параметров и структуры почвенного слоя), а также создание пастбищной нагрузки осуществляет непосредственное воздействие на ландшафт [1]. При этом изменяется характер микрорельефа, разрушается биологическая экосистема почвы [5]. Параметры рельефа на территории исследования непосредственно влияют на степень деградации сельскохозяйственных земель. Только при наличии данных о характеристиках рельефа возможно оценить его влияние на деградацию земель, причем на больших площадях [9].

Картографирование рельефа проводилось на основе цифровой модели местности SRTM 3. В результате построена специализированная электронная карта геоинформационного анализа рельефа (см. рисунок).



Карта рельефа участка Астраханского Заволжья – Харабалинского и Красноярского районов

С использованием векторных данных о границах участка Астраханского Заволжья по цифровой модели рельефа SRTM 3 определяются основные характеристики рельефа, такие как экспозиция и крутизна уклонов, представленные в таблицах 1, 2.

При анализе распределения крутизны склона (табл. 1) выявлено, что 63 % (793 тыс. га) территории имеют углы наклона от 0 до 1°, а на 90 % площади крутизна не превышает значение 3,0°. Территории площадью 122 тыс. га (9,7 %) имеют крутизну склона от 3 до 4°. В результате исследований установлено, что рельеф представлен в основном равнинным типом, крутизна склонов может считаться незначительной на большей части территории. Большинство участков со значительной величиной уклонов приурочено к территории Харабалинского района, где располагается множество участков с небольшими холмами или дюнами.

Таблица 1

Распределение крутизны уклонов на территории Астраханского Заволжья

Крутизна склона (°)	% от общей площади	Площадь (га)
0–0,9	63	792 795,65
1–1,9	12,3	154 783,91
2–2,9	15	188 760,87
3–3,9	7,6	95 638,84
> 4	2,1	26 426,52

Распределение территории по ориентации относительно сторон света неравномерное (табл. 2). Основная часть территории (74,38 %) имеет южную экспозицию. Наименьшее распространение получили территории с западной, восточной и юго-восточной экспозицией (1,21 %, 0,05 % и 5,19 % соответственно). Это позволяет охарактеризовать зону исследования как территорию с преимущественно южной экспозицией, что соответствует общей закономерности, согласно которой Прикаспийская низменность имеет уклоны в сторону Каспийского моря.

Таблица 2

Распределение экспозиции по румбам для территории Астраханского Заволжья

Румб	% румба	Площадь (га)
Запад	1,21	15 230,97
Юго-Запад	19,17	241 251,36
Восток	0,05	691,2
Юго-Восток	5,19	65 284,29
Юг	74,38	935 947,98

Заключение. Исследования показали, что рельеф Астраханского Заволжья имеет равнинный тип, без существенных перепадов, что создает условия для свободного перемещения воздушных масс и, в итоге, приводит к негативному воздействию пыльных бурь на

растительность агроландшафтов. Морфометрический анализ территории на основе данных дистанционного зондирования Земли показал, что территория Астраханского Заволжья находится преимущественно на участках с небольшим уклоном (до 1,5°) и с южной и юго-западной экспозицией.

ПРИМЕЧАНИЕ

¹ Работа выполнена по теме НИР ФНЦ агроэкологии РАН № 122020100311-3 «Теоретические основы функционирования и природно-антропогенной трансформации агролесоландшафтных комплексов в переходных природно-географических зонах, закономерности и прогноз их деградации и опустынивания на основе геоинформационных технологий, аэрокосмических методов и математико-картографического моделирования в современных условиях».

The work was carried out on the topic of research work of the Federal Scientific Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences No. 122020100311-3 “Theoretical foundations for the functioning and natural and anthropogenic transformation of agroforestry landscape complexes in transitional natural and geographical zones, patterns and forecast of their degradation and desertification based on geoinformation technologies, aerospace methods and mathematical and cartographic modeling in modern conditions”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорошенко, В. В. Геоинформационный анализ развития процессов опустынивания в Ставропольском крае / В. В. Дорошенко // Научно-агрономический журнал. – 2022. – № 3(118). – С. 31–36. – DOI: <https://doi.org/10.34736/FNC.2022.118.3.004.31-36>
2. Календжян, Т. В. Особенности климата Астраханской области / Т. В. Календжян, М. М. Иолин, А. С. Борзова // Современные проблемы географии : межвуз. сб. науч. тр. Вып. 5. – 2021. – С. 125–128.
3. Кравченко, А. С. Геоинформационный анализ ландшафтов Астраханского Заволжья / А. С. Кравченко, В. Г. Юферев, С. С. Шинкаренко // Известия НВ АУК. – 2017. – № 4(48). – С. 154–163.
4. Кулик, К. Н. Геоинформационный анализ динамики опустынивания на территории Астраханской области / К. Н. Кулик, А. С. Рулев, В. Г. Юферев // Аридные экосистемы. – 2015. – Т. 21, № 3(64). – С. 23–32.
5. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: проявления засу-

хи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство)». Т. 3 / под ред. Р. С.-Х. Эдельгериева. – М. : Изд-во МБА, 2021. – 700 с.

6. Спутниковый мониторинг процессов опустынивания на юге Европейской России в 2019–2022 гг. / С. С. Шинкаренко [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2022. – Т. 19, № 5. – С. 319–327. – DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-5-319-327>

7. Тютюма, Н. В. Проблема опустынивания аридной зоны Астраханской области в условиях изменения климата и повышенного антропогенного воздействия / Н. В. Тютюма, Г. К. Булахтина // Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. (24–26 нояб. 2016 г.). – Махачкала : Ин-т геологии ДНЦ РАН, АЛЕФ, 2016. – Вып. 67. – С. 68–70.

8. Шинкаренко, С. С. Последствия пыльных бурь на юге европейской части России в сентябре – октябре 2020 г. / С. С. Шинкаренко, С. А. Барталев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 17, № 7. – С. 270–275.

9. Юферев, В. Г. Геоинформационный анализ рельефа Кумо-Манычской впадины / В. Г. Юферев, А. В. Мелихова, В. В. Балынова // Природные системы и ресурсы. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 67–76. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.9>

10. Geoinformational Analysis of Desertification of the Northwestern Caspian / K. N. Kulik [et al.] // Arid Ecosystems. – 2020. – Vol. 10, № 2. – P. 98–105. – DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079096120020080>

11. On the 30th Anniversary of the “General Plan to Combat Desertification of Black Lands and Kizlyar Pastures” / K. N. Kulik [et al.] // Arid Ecosystems. – 2018. – Vol. 14, № 1. – P. 1–6. – DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079096118010067>

REFERENCES

1. Doroshenko V.V. Geoinformatsyonnyj analiz razvitiya protsessov opustynivaniya v Stavropol'skom krae [Geoinformation Analysis of Desertification Processes in the Stavropol Territory]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal* [Scientific and Agronomic Journal], 2022, no. 3 (118), pp. 31-36. DOI: <https://doi.org/10.34736/FNC.2022.118.3.004.31-36>
2. Kalendzhjan T.V. Osobennosti klimata Astrakhanskoj oblasti [Features of the Climate of the Astrakhan Region]. *Sovremennye problemy geografii: mezhvuz. sb. nauch. tr.* [Modern Problems of Geography: Interuniversity Collection of Scientific Papers], vol. 5, 2021, pp. 125-128.

3. Kravchenko A.S. Geoinformatsyonnyj analiz landshaftov Astrakhanskogo Zavolzh'ya [Geoinformation Analysis of the Landscapes of the Astrakhan Trans-Volga Region]. *Izvestiya NV AUK* [Izvestia NV AUK], 2017, no. 4 (48), pp. 154-163.

4. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G. Geoinformatsyonnyj analiz dinamiki opustynivaniya na territorii Astrakhanskoj oblasti [Geoinformation Analysis of Desertification Dynamics in the Territory of the Astrakhan Region]. *Aridnye ekosistemy* [Arid Ecosystems], 2015, vol. 21, no. 3 (64), pp. 23-32.

5. *Natsyonal'nyj doklad «Global'nyj klimat i pochvennyj pokrov Rossii: proyavleniya zasukhi, mery preduprezhdeniya, bor'by, likvidatsyya posledstvij i adaptatsyonnye meropriyatiya (sel'skoe i lesnoe khozyajstvo)»* [National Report "Global Climate and Soil Cover in Russia: Manifestations of Drought, Prevention Measures, Control, Elimination of Consequences and Adaptation Measures (Agriculture and Forestry)"], 2021, vol. 3. Moscow, Izd-vo MBA. 700 p.

6. Shinkarenko S.S. Sputnikovyy monitoring protsessov opustynivaniya na yuge Evropejskoj Rossii v 2019–2022 gg. [Satellite Monitoring of Desertification Processes in the South of European Russia in 2019-2022]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space], 2022, vol. 19, no. 5, pp. 319-327. DOI: <https://doi.org/10.21046/2070-7401-2022-19-5-319-327>

7. Tyutyuma N.V. Problema opustynivaniya aridnoj zony Astrakhanskoj oblasti v usloviyakh izmeneniya klimata i povyshennogo antropogennogo vozdejstviya [The Problem of Desertification of the

Arid Zone of the Astrakhan Region in the Context of Climate Change and Increased Anthropogenic Impact]. *Prirodnye i antropogennye izmeneniya aridnykh ekosistem i bor'ba s opustynivaniem : sb. st. po materialam Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (24–26 noyabrya 2016 g.)* [Natural and Anthropogenic Changes in Arid Ecosystems and Combating Desertification: Sat. Art. According to the Materials of the Intern. Scientific-Practical. Conf. (November 24–26, 2016)]. Mahachkala, In-t geologii DNC RAN, ALEF, 2016, iss. 67, pp. 68-70.

8. Shinkarenko S.S. Posledstviya pyl'nykh bur' na yuge evropejskoj chasti Rossii v sentyabre – oktyabre 2020 g. [Consequences of Dust Storms in the South of the European part of Russia in September-October 2020]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space], 2021, vol. 17, no. 7, pp. 270-275.

9. Yuferev V.G. Geoinformatsyonnyj analiz rel'efa Kumo-Manychskoj vpadiny [Geoinformation Analysis of the Relief of the Kuma-Manych Depression]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural Systems and Resources], 2022, vol. 12, no. 2, pp. 67-76. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.9>

10. Kulik K.N., Petrov V.I., Yuferev V.G., et al. Geoinformatsionnyj analiz opustynivaniya na severozapadnom Kazpijskom morye [Geoinformational Analysis of Desertification of the Northwestern Caspian]. *Arid Ecosystems*, 2020, vol. 10, no. 2, pp. 98-105. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079096120020080>

11. Kulik K.N., Petrov V.I., Rulev A.S., et al. On the 30th Anniversary of the «General Plan to Combat Desertification of Black Lands and Kizlyar Pastures», *Arid Ecosystems*, 2018, no. 14 (1), pp. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079096118010067>

Information About the Author

Alina V. Melikhova, Laboratory Assistant, Laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes, Federal Scientific Centre of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation; Student, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, melihova-a@vfanc.ru

Информация об авторе

Алина Владимировна Мелихова, лаборант-исследователь лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация; студент кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, melihova-a@vfanc.ru