

УДК 633.2

ДЕГРАДАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ САРПИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

¹Комарова И.А., ²Иванцова Е.А.

¹Волгоградская областная универсальная научная библиотека им. М. Горького, Волгоград,
e-mail: komarova@volsu.ru;

²Волгоградский государственный университет, Волгоград

Сарпинская низменность расположена на юго-востоке Волгоградской, северо-западе Астраханской областей, севере и северо-востоке Республики Калмыкия, ограничена на западе Ергенинской возвышенностью, на севере и северо-востоке – Волго-Ахтубинской поймой, на юге территория переходит в единственную европейскую антропогенную пустыню (заповедник «Черные земли»). Цель исследований – выявление уровня деградации земель и определение пространственного распределения зон деградации различного уровня. Индикатором деградации являлось состояние растительного покрова почвы по критерию соответствия его нормальному для соответствующих природных условий. Использование современных геоинформационных технологий и космических снимков для оценки и картографирования состояния ландшафтов является одним из современных методов исследований, дающим возможность проведения анализа пространственных данных и интерпретации этих данных в аналитические карты. Анализ деградации ландшафтов осуществлен на основании информации космоснимков спутника Sentinel 2. Проведенные геоинформационные исследования пространственного распределения типов почв на территории Сарпинской низменности позволили разработать векторную карту почвенных контуров и определить их площади. Распределение почвенных контуров по площади показало, что наибольшую площадь занимают бурые почвы в комплексе с солонцами около 17% и бурые почвы с песками около 16%. Анализ результатов геоинформационного картографирования деградации территории показал, что к уровню «норма» можно отнести только 975,234 тыс. га, к уровню «риск» 2568,563 тыс. га, на уровне «кризис» 1723,910 тыс. га, на уровне «бедствие» 1609,732 тыс. га, что свидетельствует в целом о крайне неблагоприятной ситуации экологического состояния территории. Около половины всей исследуемой территории (3333,642 тыс.га) нуждается в проведении незамедлительных фитомелиоративных мероприятий с целью предотвращения роста очагов открытых, подвижных песков.

Ключевые слова: космоснимки, геоинформационные технологии, деградация, ландшафт, опустынивание, Сарпинская низменность

DEGRADATION OF LANDSCAPES OF THE SARPA LOWLAND

¹Komarova I.A., ²Ivantsova E.A.

¹Volgograd State Public Scientific Library named after M. Gorky, Volgograd,
e-mail: komarova@volsu.ru;

²Volgograd State University, Volgograd

The territory of the Sarpinsk lowland is located in the south-east of the Volgograd, north-west of the Astrakhan regions, north and north-east of the Republic of Kalmykia, bounded in the west by the Ergeninsky upland, in the north and north-east by the Volga-Akhtuba floodplain, in the south the territory passes into the only European anthropogenic desert (reserve "Black Lands"). The purpose of the research is to identify the level of land degradation and determine the spatial distribution of degradation zones of various levels. The degradation indicator was the state of the soil vegetation cover according to the criterion of its compliance with normal for the corresponding natural conditions. The use of modern geoinformation technologies and satellite images for assessing and mapping the state of landscapes is one of the modern research methods that makes it possible to analyze spatial data and interpret this data into analytical maps. The analysis of landscape degradation was carried out on the basis of information from satellite Sentinel 2. Geoinformation studies of the spatial distribution of soil types on the territory of the Sarpinsk lowland allowed to develop a vector map of soil contours and determine their areas. The distribution of soil contours by area showed that the largest area is occupied by brown soils in combination with salt deposits of about 17% and brown soils with sands of about 16%. The analysis of the results of geoinformation mapping of the degradation of the territory showed that only 975,234 thousand hectares can be attributed to the "norm" level, 2568,563 thousand hectares to the "risk" level, 1723,910 thousand hectares at the "crisis" level, 1609,732 thousand hectares at the "disaster" level, which indicates in general an extremely unfavorable situation of the ecological state territories. About half of the entire study area (3333, 642 thousand hectares) it needs immediate phytomeliorative measures to prevent the growth of foci of open, mobile sands.

Keywords: satellite images, geoinformation technologies, degradation, landscape, desertification, Sarpin lowland

В Российской Федерации продолжается процесс деградации земель, увеличение площадей, подверженных дефляции и эрозии, засолению почв, что в итоге приводит к падению продуктивности сельскохозяйственных земель и выводу их из оборота. Восстановление ландшафтов в естественных условиях обусловлено природно-кли-

матическими факторами и может проходить длительное время [1, 2]. Выявление закономерностей нарушения ландшафтных связей и их восстановление является значительной научной задачей, обеспечивающей возможность прогноза состояния ландшафтов.

Объект исследований – Сарпинская низменность ограничена на западе Ерге-

нинской возвышенностью, на севере и северо-востоке Волго-Ахтубинской поймой, на юге территория переходит в единственную европейскую антропогенную пустыню (заповедник «Черные земли»). Территория Сарпинской низменности расположена на юго-востоке Волгоградской, северо-западе Астраханской областей, севере и северо-востоке Республики Калмыкия.

Агроландшафты Сарпинской низменности относятся к району пологоволнистых морских равнин с плоскозападными, волнисто-равнинными урочищами. Основные типы почв: светло-каштановые солонцеватые в комплексе с солонцами, бурые пустынные в комплексе с солонцами, лугово-каштановые и лугово-степные по понижениям.

Особенности климатических условий, почв и рельефа Сарпинской низменности обусловили особый тип растительных сообществ. Растительность представлена *Elymus giganteus* Vahl., *Stipa sareptana* A. Beck, *Calligonum* ssp., *Artemisia arenaria* DC., *Artemisia vulgaris* L., *Artemisia lerchiana* Web., *Artemisia halodendron* Turcz. ex Bess., *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, *Elytrigia repens* L., *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr., *Astragalus veresczaginii* Kryl., *Astragalus brachylobus* Fisch., *Astragalus arenarius* L. и др. В ландшафтном плане территория Сарпинской низменности представляет собой сочетание белопольно-типчаково-ковыльковой полупустыни, с фрагментами белопольно-камфоросмово-чернополынной пустыни. По интразональным территориям встречаются житняково-тырсовые и разнотравно-типчаково-ковыльные фитоценозы, белопольно-пырейно-житняковые луга, в окрестностях лиманов – озерно-тростниковые болота.

В результате интенсивного антропогенного воздействия на аборигенные типы сообществ при нерегламентированном выпасе скота образуются массивы подвижных и полужакрепленных песков, появляются специфические рудеральные фитоценозы. В ландшафтах с преобладанием закрепленных слабогумусированных песков, в отсутствие антропогенного влияния, сохраняется зональный тип растительных сообществ.

В связи с особенностями геоморфологических, почвенных и гидрологических условий на территории Сарпинской низменности формируются интразональные типы фитоценозов и почв, особенно в лиманах, ильменах, сорных депрессиях, увлажняемых разливами Волги и на участках

с наличием грунтовых опресненных вод Каспийского моря. Доминирующие растительные сообщества Сарпинской низменности: дерновинно-злаковые, ксерофитные, полукустарничковые, галофитные, лугово-галофитные и гидрофитные группы.

В связи с неустойчивостью климатических условий и гидрологического режима Волжского водосбора актуальной проблемой является изучение закономерностей функционирования ландшафтов и выявление механизмов восстановления их природного потенциала.

Цель исследований заключалась в выявлении уровня деградации земель и определении пространственного распределения зон деградации различного уровня. При этом ставились задачи дешифрирования актуальных космических снимков, выделения зон деградации, геоинформационного анализа их пространственного распределения и разработки картографических слоев деградации ландшафтов исследуемой территории.

Материалы и методы исследования

Картографо-аэрокосмические исследования проводятся с использованием дистанционных признаков и биотических особенностей процессов деградации ландшафтов. Ландшафтный подход обуславливает теоретико-методологическую основу восстановления деградированных земель.

Оценка состояния и лесомелиоративного обустройства агроландшафтов, базирующаяся на дешифрировании космических снимков с применением ГИС-технологий, дает возможность выявить состояние ландшафтов и установить уровень их деградации. Разработанные методики в работах К.Н. Кулика, В.И. Петров, В.Г. Юферева, Н.А. Ткаченко, С.С. Шинкаренко, В.Г. Юферева, К.Н. Кулика, А.С. Рулева, К.Б. Мушаевой, А.В. Кошелева, З.П. Дорохиной, О.Ю. Березовиковой и др. [3, 4] показали возможность достоверного выявления характеристик агроландшафтов.

Изучение ландшафтов Сарпинской низменности осуществляется на базе аэрокосмической информации различного пространственного разрешения. Оно базируется на результатах геоморфологического, почвенного, гидрологического, геоботанического и других видах исследований.

Использование ландшафтного картографирования обосновано необходимостью локализации условий функционирования природно-территориальных комплексов.

Разрабатываемый комплект карт должен охарактеризовать существующий природный потенциал изучаемого ландшафта и нынешнее его состояние. Геоинформационное картографирование с использованием данных дистанционного зондирования имеет свои особенности в отличие от принятого при традиционном картографировании. В этом случае увеличивается объем камеральных и уменьшается объем полевых исследований.

Компьютерное геоинформационное картографирование оперирует пространственными данными и при этом дает возможность проводить анализ таких данных для определения координат объектов на территории исследований, определения топологических свойств объектов; выявления геоморфологических особенностей ландшафтов, определения приуроченности почвенных контуров к определенным участкам поверхности, выявления дефектов ландшафтов и осуществления их пространственной локализации.

Использование геоинформационных технологий наиболее приемлемо для картографирования состояния ландшафтов Сарпинской низменности. Геоинформационный анализ состояния природно-территориальных комплексов проводится на уровне фаций и урочищ, что дает возможность пространственно определить очаги деградации для обоснования мероприятий по их ликвидации.

Камеральные исследования проводятся для фотограмметрической обработки аэрокосмических снимков территории исследований, включая их дешифрирование, классификацию и анализ. При этом проводят дифференциацию участков с открытыми, подвижными песками, солончаками и засоленными почвами, покрытых водой и занятых антропогенными объектами. Такие участки для анализа выделяются в отдельные группы и при установлении уровня деградации земель.

В связи с тем, что данные дистанционного зондирования несут информацию об актуальном состоянии ландшафтов Сарпинской низменности, использование и интерпретация полученных пространственных данных для их оценки, геоинформационного анализа и картографирования обеспечивает современный уровень получения научных знаний. Проведение оценки состояния ландшафтов включает сведения о пространственном расположении и уровнях их деградации. Использование

статистического пространственного анализа с учетом изменений ландшафтов, разработка математико-картографических моделей обеспечивает разработку обоснованных прогнозов их состояния.

Для оценки состояния агролесоландшафтов используются критерии, для которых определено снижение хозяйственной значимости земель. Уменьшение качества земель по каждому критерию характеризуется уровнями деградации: норма, риск, кризис и бедствие – установленными Б.В. Виноградовым.

Изучение состояния агроландшафтов основывается на законах оптики, которые демонстрируют взаимосвязь отражения солнечной радиации некоторыми типами почв. Сопоставление результатов дистанционного зондирования и эталонирования почв, растительности, включая травянистую растительность и лесные насаждения, обеспечивает возможность выявления состояния ландшафтов [5–7].

Использование современных геоинформационных технологий и космических снимков для оценки и картографирования состояния ландшафтов является одним из современных методов исследований, дающим возможность проведения анализа пространственных данных и интерпретации этих данных в аналитические карты.

Результаты исследования и их обсуждение

Объектом исследования являлись ландшафты Сарпинской низменности на площади 6877,438 тыс. га. По результатам анализа деградации территории Сарпинской низменности в целом установлено, что деградации от ветровой эрозии подвержено 13,6%, от водной эрозии – 17,6%, засоленному – 4,1%. В нашем исследовании индикатором деградации являлось состояние растительного покрова почвы по критерию соответствия его нормальному для соответствующих природных условий.

Анализ деградации ландшафтов осуществлен на основании информации космоснимков спутника Sentinel 2 (разработчик Airbus Defence and Space, оператор ESA). Были использованы спектрзональные снимки каналов B2, B3, B4, разрешением 10 м периода съемки с 15 мая по 15 июня 2018 г., с покрытием облачностью менее 10%, которые позволили разработать мозаику RGB с покрытием всей территории Сарпинской низменности. Дешифрирование

космоснимков проведено с использованием анализа распределения пикселей по тону на растровом изображении. Для проведения картографирования и анализа растра мозаики космоснимков был использован свободный геоинформационный программный комплекс с открытым кодом QGIS-3.8. Анализ растра, проведённый в геоинформационной среде, при помощи гистограмм распределения пикселей позволил разделить растр на зоны. Разделение по тону и визуальное дешифрирование снимков позволило сформировать зоны по уровням деградации ландшафтов. Использование пространственно-определённых данных в среде геоинформационных систем обеспечило выделение и картографирование зон по уровням деградации (рис. 1).

Анализ результатов геоинформационного картографирования деградации территории показал (рис. 2), что к уровню норма можно отнести только 975,234 тыс. га, к уровню риск 2568,563 тыс. га, на уровне кризис 1723,910 тыс. га, на уровне бедствие 1609,732 тыс. га [1].

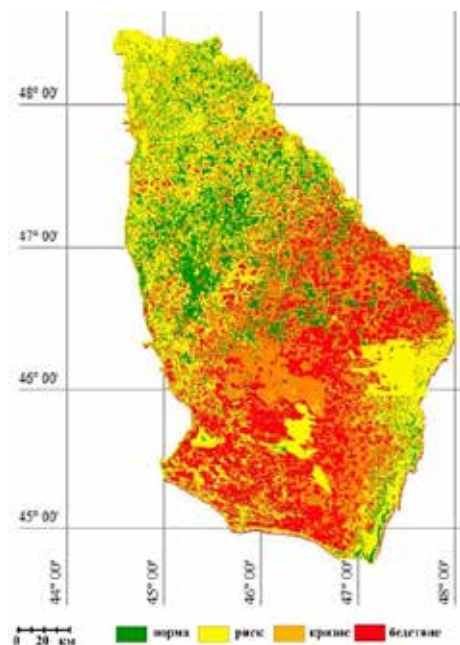


Рис. 1. Карта зон уровней деградации на территории Сарпинской низменности

Количество почвенных контуров и их площадь на территории Сарпинской низменности

Тип почвы (номер контура)	Кол-во контуров	Площадь, га
Пески с бурыми (178)	3	50165
Аллювиальные дерновые с аллювиальными луговыми (172)	1	13135
Аллювиальные луговые с бурыми (169)	9	144607
Солонцы с солончаками (163, 164)	1	127888
Солонцы с солодами (161)	1	175953
Солонцы с лугово-каштановыми (159)	1	11264
Солонцы с бурыми (157, 158)	5	33159
Солонцы со светло-каштановыми (150–156)	11	308294
Луговые с солончаками (141)	1	25491
Лугово-каштановые с луговыми (134)	1	27635
Бурые с песками (130–133)	11	1100456
Бурые с солончаками (128,129)	6	676417
Бурые с солонцами (123–127)	15	1144871
Светло-каштановые с солонцами (110–118)	17	766895
Светло-каштановые с луговыми (108,109)	4	451442
Светло-каштановые с лугово-каштановыми (104–107)	7	264601
Почвы оврагов и балок (76)	1	1435
Пески (71–75)	37	534126
Аллювиальные (61–69)	5	46332
Лугово-болотные (57–60)	1	92630
Солоды (49–50)	6	58635
Луговые (44–48)	1	78839
Бурые (35–37)	1	2856
Бурые (35–37)	18	657291
Светло-каштановые (23–32)	8	83022
Всего	172	6877438

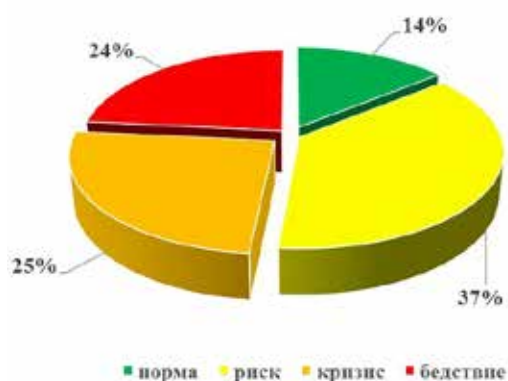


Рис. 2. Гистограмма распределения территории Сарпинской низменности по уровням деградации

Проведенные геоинформационные исследования пространственного распределения типов почв на территории Сарпинской низменности позволили разработать векторную карту почвенных контуров и определить их площади (таблица). Пространственная информация о почвах и площадях, ими занимаемых, дает возможность выявить наиболее уязвимые с точки зрения деградации участки, на которых необходимо провести исследования в первую очередь. Распределение почвенных контуров по площади показало, что наибольшую площадь занимают бурые почвы в комплексе с солонцами около 17% и бурые почвы с песками около 16%.

Заключение

Анализ степени деградации ландшафтов Сарпинской низменности, проведенный на основе информации космоснимков, свидетельствует в целом о крайне неблагоприятной ситуации экологического состояния территории. Около половины всей исследуемой территории (3333,642 тыс. га) нуждается в проведении незамедлительных

фитомелиоративных мероприятий с целью предотвращения роста очагов открытых, подвижных песков. Создание полевых защитных и прифермских лесомелиоративных комплексов, снижение антропогенного давления в районах, подверженных риску опустынивания, восстановление плодородия почв, продуктивности и экологической стабильности агробиоценозов, устойчивое развитие животноводства и ряд других природоохранных мероприятий, направленных на предотвращение деградационных процессов опустынивания земель и их восстановление, будет способствовать поддержанию природного равновесия экосистем, снижению социально-экономической напряженности в регионе.

Список литературы

1. Комарова И.А., Иванцова Е.А. Лесомелиоративная оценка агроландшафтов // Успехи современного естествознания. 2020. № 9. С. 7–12.
2. Новочадов В.В., Рулев А.С., Юферев В.Г., Иванцова Е.А. Дистанционные исследования и картографирование состояния антропогенно-трансформированных территорий юга России // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2019. № 1 (53). С. 151–158. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-01-19.
3. Kulik K.N., Petrov V.I., Yuferev V.G., Tkachenko N.A., Shinkarenko S.S. Geoinformational Analysis of Desertification of the Northwestern Caspian. Arid ecosystems. 2020. Vol. 10. No. 2. P. 98–105. DOI: 10.1134/S2079096120020080.
4. Юферев В.Г., Кулик К.Н., Рулев А.С., Мушаева К.Б., Кошелев А.В., Дорохина З.П., Березовикова О.Ю. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2010. 102 с.
5. Лазарева В.Г., Бананова В.А., Нгуен Ван Зунг. Картирование растительности Сарпинской низменности в пределах Республики Калмыкия методами дистанционного зондирования и ГИС // Успехи современного естествознания. 2017. № 12. С. 178–183.
6. Рулев А.С., Канищев С.Н., Шинкаренко С.С. Анализ сезонной динамики NDVI естественной растительности Заволжья Волгоградской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 113–123.
7. Mulder V.L. et al. The use of remote sensing in soiland terrain mapping – A review. Geoderma. 2011. Vol. 162. No. 1–2. P. 1–19.