

Nurmukhamedova M.B. Analysis of desertification hotspots in the Astrakhan region using remote sensing and GIS technology

Анализ очагов опустынивания на территории Астраханской области с использованием методов дистанционного зондирования и ГИС технологии

Nurmukhamedova Madina Boburovna,

Master's student in the field of study "Land management and cadastres",
Baltic Federal University. I. Kant
Scientific supervisors:

Tsekoeva Fatima Kaspolovna,

Director of the Scientific and Educational Center "Land management, cadastres and monitoring of lands", head of educational programs of the direction "Land management and cadastres" of the Baltic Federal University. I. Kant;

Bryksin Vitaliy Mikhaylovich,

PhD, senior research fellow, I. Kant Baltic Federal University

Нурмухамедова Мадина Бобуровна,
магистрант направления подготовки «Землеустройство и кадастры», Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Научные руководители:

Цекоева Фатима Касполовна,

Директор научно-образовательного центра «Землеустройство, кадастры и мониторинг земель»,
руководитель образовательных программ направления «Землеустройство и кадастры»

Балтийского федерального университета им. И. Канта

Брыксин Виталий Михайлович,

кандидат технических наук, доцент Балтийского федерального университета им. И. Канта.

***Abstract.** The research is devoted to the problem of desertification of the Astrakhan region. To study the process of desertification, the main methods of remote study of the territory were used. The sources of satellite data were available satellite images with a 9-year difference, from the satellites Landsat-8 (2013) and Sentinel-2 (2022).*

***Keywords:** desertification, satellite images, analysis, satellite monitoring, remote sensing of the Earth, GIS.*

***Аннотация.** Исследование посвящено проблеме опустынивания Астраханской области. Для изучения процесса опустынивания были использованы основные методы дистанционного изучения территории. Источниками спутниковых данных послужили доступные космические снимки с 9-ти летней разницей, со спутников Landsat-8 (2013 г.) и Sentinel-2 (2022 г.).*

***Ключевые слова:** опустынивание, космические снимки, анализ, спутниковый мониторинг, дистанционное зондирование Земли, ГИС.*

Опустынивание – процесс деградации земель, приводящий к снижению плодородия почвы, исчезновению растительного покрова. Опустынивание территорий характеризуется необратимыми в естественной среде процессами уменьшения количества растений, обеднения видового состава, при этом на песках образуются очаги, непокрытые растительностью [1].

Проблема опустынивания прежде всего актуальна в южных регионах европейской части России, процесс опустынивания развивается в таких регионах, как республика Калмыкия, Астраханская область, Волгоградская область, Республика Дагестан и др.

Проблема опустынивания земель возникла в 60-ые годы 20 века в связи с распашкой земель и возросшей антропогенной нагрузкой на данные территории [2].

Наиболее эффективный и современный метод борьбы с опустыниванием является в первую очередь спутниковый мониторинг, который позволяет успешно и оперативно решить поставленные задачи.

Анализ опустынивания с использованием методов дистанционного зондирования и ГИС технологии может быть использован в качестве инструмента выявления динамики опустынивания, определения изменений их характеристик, что позволяет обеспечить их рациональное использование ресурсов или ликвидации очагов опустынивания или введения особого режима их использования.

Целью исследования является проведение анализа очагов опустынивания на территории Астраханской области с использованием методов дистанционного зондирования и ГИС технологии.

Основная задача исследования - определение динамики деградации и опустынивания земель северо-восточной части Прикаспийской низменности.

Объектом исследования в данной работе является Астраханская область, расположенная на Прикаспийской низменности (рисунок 1).



Рисунок – 1 Исследуемая территория Астраханской области

Астраханская область расположена на Прикаспийской низменности. Почвенный покров характеризуется большим разнообразием и пестротой. Он представлен малопродуктивными засоленными, солонцеватыми и заболоченными почвами (80% территории) и плодородными массивами аллювиальных почв поймы и дельты Волги.

Оценка изменении территории проводилась с использованием программных обеспечении QGIS Desktop 3.28.0 и GRASS GIS 7.8.

В качестве исходных материалов, для данного исследования, с сайта <https://glovis.usgs.gov/app>, были загружены доступные спутниковые снимки местности,

сделанные за летний период - с аппарата Landsat за 2013 год и Sentinel-2 за 2022 год, которые наиболее подходят для целей мониторинга динамики опустынивания.

На этапе предварительной обработки спутниковых снимков, в программе QGIS 3.28.0, осуществлялась склейка каналов в единый мультиспектральный композит, комбинация каналов 3,2,1 «естественные цвета» и их обрезка по области объекта исследования (рисунок 2,3).



Рисунок 2 - Снимок Landsat - 8 от 15.06.2013



Рисунок 3 - Снимок Sentinel-2 от 02.06.2022

Следующим действием последовало классификация снимков, с помощью программного обеспечения GRASS GIS 7.8, которая предполагает выделение очагов опустынивания посредством программных алгоритмов, использующие данные о цвете ячейки, и выделяющие объекты по цветовой однородности. Каждый снимок был распределен на 15 классов (рисунок 4,5).

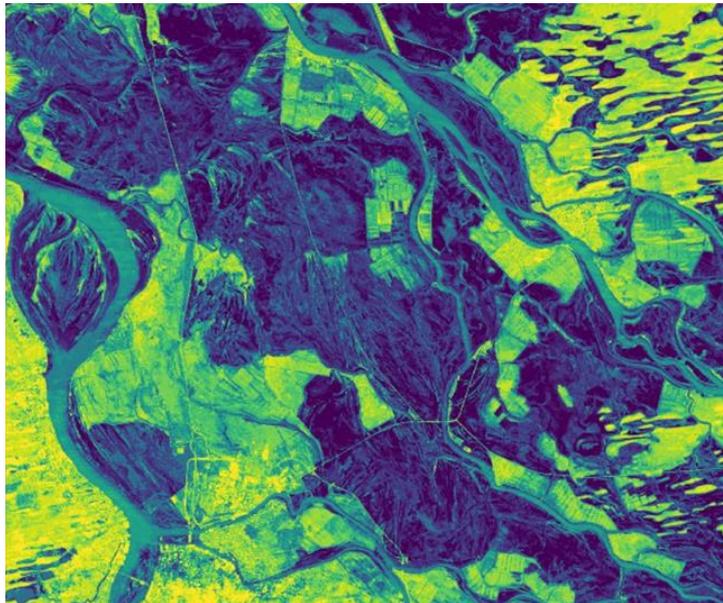


Рисунок – 4 Классификация снимка Landsat - 8 от 15.06.2013

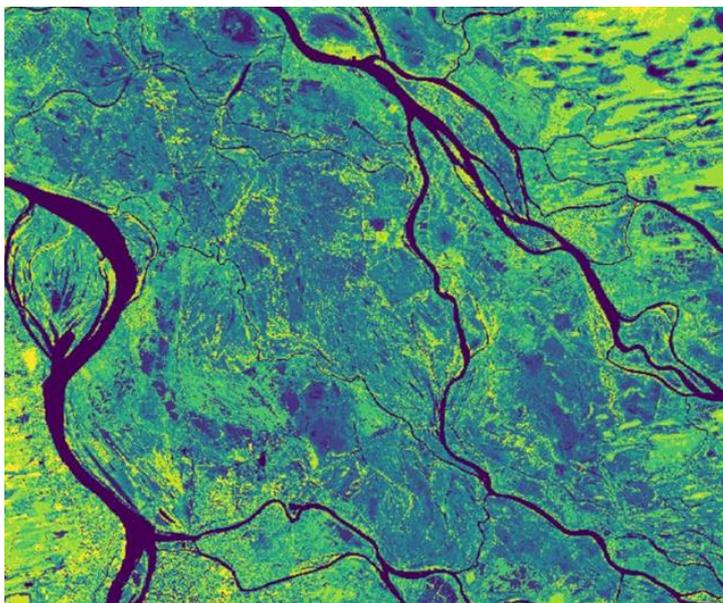


Рисунок – 5 Классификация снимка Sentinel-2 от 02.06.2022

В результате классификации изображение упростилось, на преобразованных снимках контрастно отделяются одни природные объекты (районы) от других. Это облегчает процесс дешифрирования снимка – экстраполяции локальных характеристик на всю площадь относительно однородного объекта, ориентируясь на качество изображения.

Каждое изображение классифицировалось отдельно, классы объединены в следующие тематические группы: лишённые растительности участки, вода, пойменные луга, леса. После чего была выполнена пост обработка классификационных снимков, заключающая в избавлении всевозможных «шумов» (отдельных пикселей). В результате получаем заметно отфильтрованные изображения (рисунок 6,7).

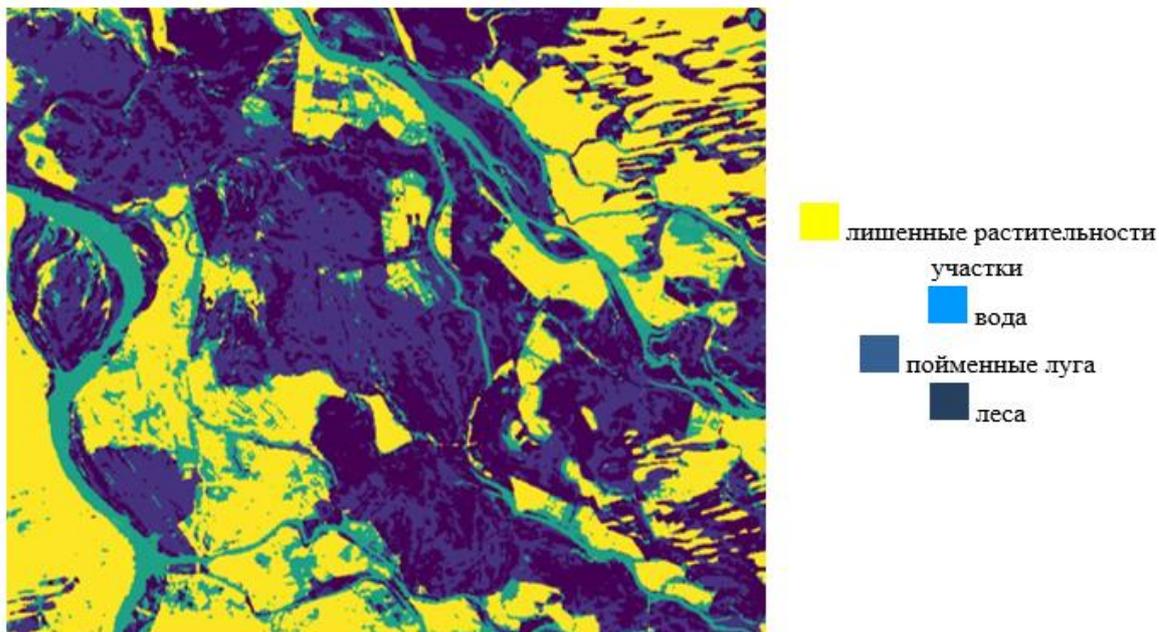


Рисунок – 6 Тематическая группировка снимка Landsat - 8 от 15.06.2013

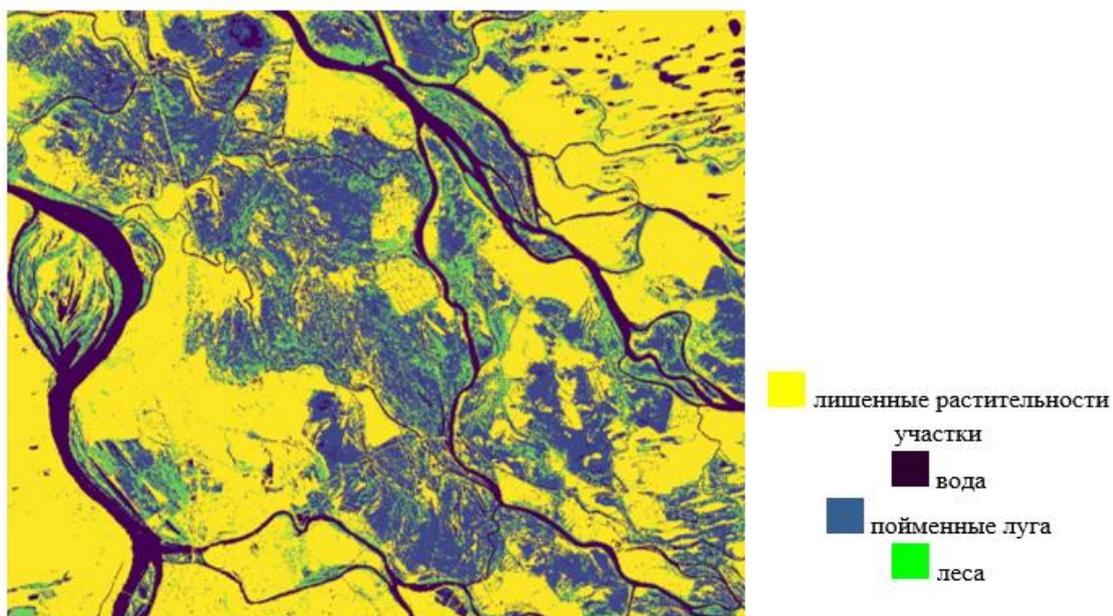


Рисунок – 7 Тематическая группировка снимка Sentinel-2 от 02.06.2022

Следующим этапом являлось преобразование результирующего растра двух снимков в векторный формат и экспорт векторного слоя конечного результата постклассификации в шейп-файл (ESRI SHP). Векторный формат позволит нам

осуществить «разницу» снимков в программном обеспечении QGIS и получить данные распределения очагов опустынивания данной территории.

При использовании инструмента «разница» для векторных слоев двух снимком мы получили результирующий слой, выделенный оранжевым цветом, который не перекрывается со вторым слоем (результирующий слой – это первый векторный слой с удаленными областями перекрытия) и выяснили разницу (рисунок 8).

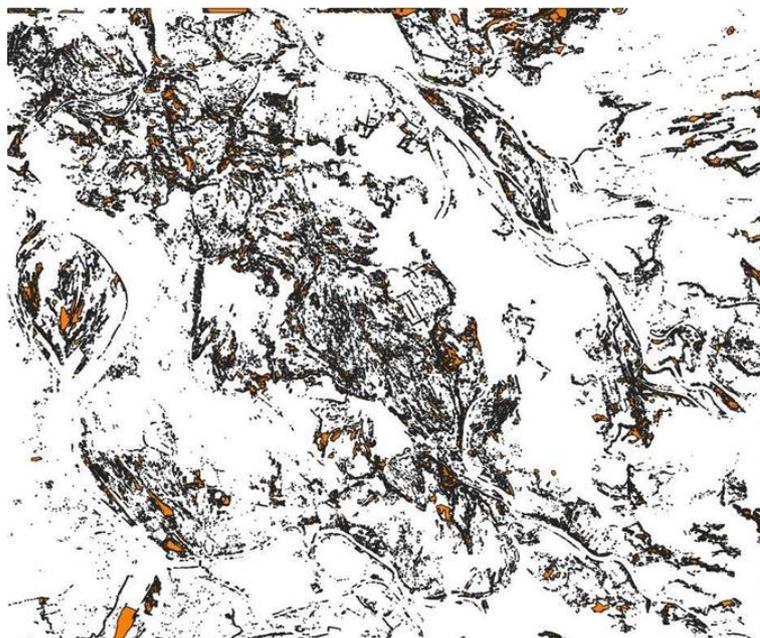


Рисунок - 8 Результирующий слой

Полученный результат был разделен на 4 сегмента, для того чтобы определить и описать точные места деградации опустынивания (рисунок 9).

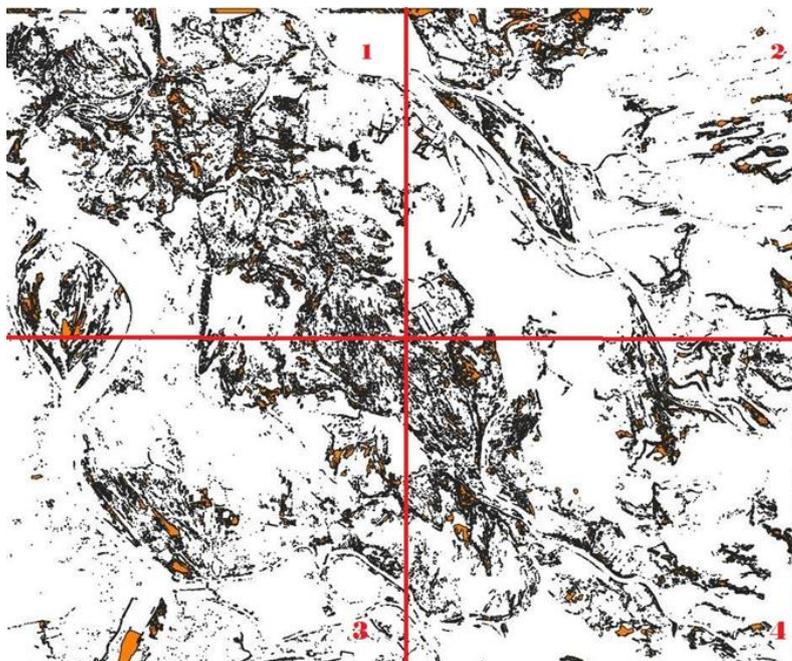


Рисунок - 9 Результирующий слой, разделенный на сегменты

С применением данного метода и космических снимков выявлены следующие изменения исследуемой территории (таблица 1):

Таблица 1

Результаты сравнения опустынивания территории Астраханской области

Сегмент	Фрагмент снимка Landsat - 8 от 15.06.2013	Фрагмент снимка Sentinel-2 от 02.06.2022
1		
<p>Сегмент 1 подвергается наибольшему изменению растительности. Рассмотрим один из участков деградации данного сегмента. На данных снимках можно заметить явные изменения, присутствует образование болот из-за заболачивания почв, исчезновение хвойных лесов возле русла реки и дорожных сетей. К настоящему времени данная территория приобретает характер экологического бедствия.</p>		
2		
<p>Земли на территории сегмента 2 имеют отрицательное развитие территории. На снимке 2022 года присутствуют изменения возле населенных пунктов, исчезновение значительного количества растительности, которые свидетельствуют о снижении использования сельскохозяйственных участков, в отличии от использования в 2013 году.</p>		

Результаты сравнения опустынивания территории Астраханской области

Сегмент	Фрагмент снимка Landsat - 8 от 15.06.2013	Фрагмент снимка Sentinel-2 от 02.06.2022
3		
Сегмент 3 имеет отрицательную динамику развития территории. Происходит исчезновение хвойных лесов, о чем свидетельствуют светлый песчаный цветовой фон пятен на лесных участках. Фиксируются пустынные очаги, лишённые растительности.		
4		
Сегмент 4 подвергается наименьшему изменению растительности. Но есть участки фиксирующие пустынные очаги, лишённые растительности. Можно заметить изменения в виде исчезновения значительного количества хвойных лесов, не используемой земель сельскохозяйственного назначения. Данная территория наиболее подвержена возникновению пожаров.		

Таким образом, в результате исследований было выявлено, что на территории Астраханской области с 2013 по 2022 год заметно изменились площади растительности, что свидетельствуют о нарастании самого опасного вида деградации – опустынивания в связи с чем, можно отметить, что деградация ландшафтов Астраханской области к настоящему времени приобретает характер экологического бедствия.

Астраханская область наиболее часто подвергается воздействию степных пожаров. Наиболее часто горят участки вблизи населенных пунктов, дорожной сети.

После пожара почва оголяется и покрывается золой, поэтому она быстрее и сильнее нагревается, иссушается, способствуя деградации.

Наибольшее количество пожаров наблюдается в апреле, марте и мае. Это связано с тем, что в эти месяцы прошлого года растительность интенсивно просыхает после 215 зимних осадков, наиболее сильны ветра и не наступает еще период весенне-летнего половодья, который не способствует созданию условий, необходимых для возникновения пожаров [3].

Применение ГИС-технологий для обработки и анализа космических снимков дает возможность определить не только величину очагов опустынивания, но и географически точно установить их положение в пространстве. Метод позволил оценить опустынивание территории Астраханской области, используя спутниковые снимки за 2013-2022 гг. Использование данного способа позволило выявить процесс опустынивания большой территории исследования при малом количестве временного ресурса.

References

1. Шинкаренко С.С. Динамика площадей опустынивания на Черных землях // Степи Северной Евразии: материалы IX международного симпозиума. 2021. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-ploschadeyopustynivaniya-na-chernyh-zemlyah> (дата обращения: 07.11.2022).
2. К. Н. Кулик, В. И. Петров, В. Г. Юферев, Н. А. Ткаченко, Шинкаренко С. С. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-Западного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2020. №2 (83). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnyy-analiz-opustynivaniyasevero-zapadnogo-prikaspiya> (дата обращения: 29.10.2022).
3. Юсупова А.Т., Чуйков Ю.С. О возможности возникновения природных пожаров на территории Астраханской области. / Экология России: на пути к инновациям. Вып. 8. Издательство Нижневолжского экоцентра. Астрахань, 2013. – с. 145-150.