

## Географические науки

УДК 528.88

**А.А. ВАСИЛЬЧЕНКО, А.А. ВЫПРИЦКИЙ**  
(Волгоград)

### МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ АНТРОПОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АРИДНЫХ ЛАНДШАФТОВ

*Описана методика идентификации объектов, создающих наиболее сильную антропогенную нагрузку на территории полупустынных и пустынных ландшафтов нашей страны. Создана база пространственных данных животноводческих точек и грунтовых дорог, составлена картограмма распределения по муниципальным районам, а также рассчитан коэффициент абсолютной напряженности территории с помощью ГИС-технологий.*

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование земли, геоинформационные системы, антропогенная нагрузка, геоинформационное картографирование, методика дешифрирования данных ДЗЗ на аридных ландшафтах, аридные ландшафты.

---

**ALEKSANDR VASILCHENKO, ARTYOM VYPRITSKIY**  
(Volgograd)

### METHODOLOGY OF THE IDENTIFICATION OF THE ANTHROPOGENIC CHANGES OF THE ARID LANDSCAPES

*The article deals with the methodology of the identification of the objects, creating the strongest anthropogenic impact at the territory of the semidesert and desert landscapes of our country. There is created the base of the spatial data of the stock raising positions and unsurfaced roads. The authors compose the mapping of the spatial data of the distribution to the municipal areas. There is calculated the index of the absolute tension of the territory with the help of the GIS-technology.*

**Key words:** Earth's remote sensing, geographic information systems, anthropogenic impact, geographic information mapping, methodology of interpretation of the data of the Earth's remote sensing at the arid landscapes, arid landscapes.

На территории полупустынных и пустынных ландшафтов нашей страны животноводство является подавляющей отраслью в структуре хозяйства. Большая концентрация животноводческих точек создает высокую антропогенную нагрузку. Следствием антропогенной нагрузки является опустынивание близ этих точек и населенных пунктов. Животноводческая точка (кошара) – комплекс искусственно созданных построек для содержания скота и жилья пастухов. Причиной опустынивания является чрезмерный и неправильный выпас скота. Отсутствие закрепления песков кустарниками и травами является следствием проделывания троп и вытаптывания прилегающей территории скотом [3]. Для избегания процессов опустынивания рекомендуется: ежегодный мониторинг, с помощью которого можно составить прогнозы по дальнейшей деградации растительности и почв местности; составление фитомелиоративных работ для улучшения качества земель. Расчет антропогенной нагрузки является важным процессом в комплексе мер по анализу и мониторингу исследуемых территорий. В настоящее время, в процессах экологического и антропогенного мониторинга активно используются географические информационные системы (ГИС) и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [2].

Территория исследования охватывает естественные зональные ландшафты юго-востока европейской части РФ: левобережье Волгоградской области, Астраханская область, республика Калмыкия, северная часть республики Дагестан.

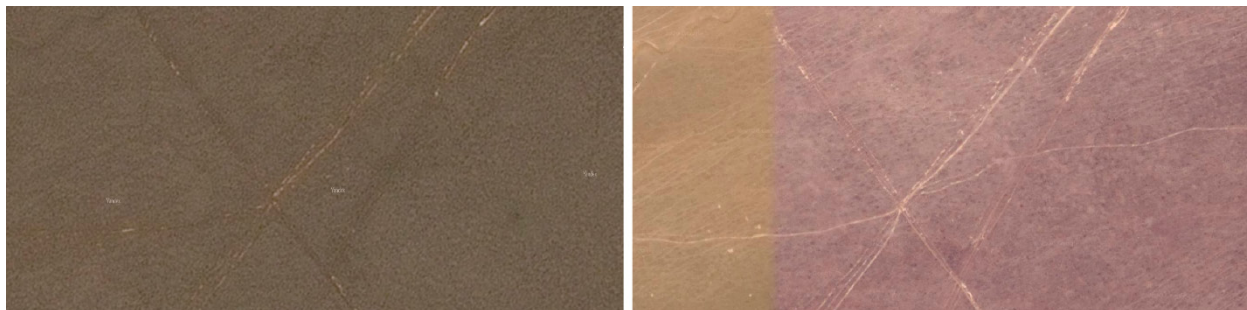
Для определения антропогенной нагрузки на ландшафты необходимы данные ДЗЗ и база пространственных данных с животноводческими точками, а также сетью грунтовых дорог, их соединяющих. Для этого производится ручное (визуальное) дешифрирование данных ДЗЗ высокого и сверхвысокого пространственного разрешения на основе прямых и косвенных дешифровочных признаков. К прямым дешифровочным признакам относят форму, размер, цвет (тон), тень и общий рисунок. Косвенными дешифровочными признаками являются взаимные пространственные отношения объектов, явлений и процессов, наблюдаемых на фрагменте космического снимка. Данный процесс носит специфический характер, т. к. точность дешифрирования напрямую зависит от квалификации специалиста картографа, и имеет определенные особенности, описанные в данной статье.

Процесс дешифрирования и создания базы данных пространственных объектов (точек, дорог, противопожарных полос) имеет следующие особенности:

1. Процесс подбора источника пространственной информации.
2. Процесс определения актуального снимка сверхвысокого пространственного разрешения.
3. Выявления различий в мозаике сверхвысокого пространственного разрешения.
4. Правильное определение актуальных грунтовых дорог.
5. Определение различий между линейными объектами, создающими антропогенную нагрузку (грунтовыми дорогами, противопожарными полосами, (скотоводческими тропами)).
6. Дешифрирование грунтовых дорог на участках, которые подверглись процессу опустынивания.
7. Идентификация различий между антропогенными и техногенными преобразованиями.

Рассмотрим вышеупомянутые особенности более подробно.

1. Использование нескольких источников данных ДЗЗ сверхвысокого пространственного разрешения, таких как Google, Yandex, Bing (спутники World View 2, 3), является важным аспектом при дешифрировании необходимых пространственных объектов. Использование двух и более источников необходимо для более точного определения. Часто встречаются ситуации, при которых линейные объекты на космическом изображении прерываются из-за некорректной цветовой обработки. Невозможность внутренней обработки этих данных сверхвысокого пространственного разрешения определяют ограниченность данных ДЗЗ (использование того, что есть). Из-за разности цветовой обработки, в большинстве случаев, иной источник информации предоставит больше данных. Примером этой ситуации может служить объект с неявными дешифровочными признаками. На одном источнике это будут едва заметные «выемки», которые являются дорогой, и использование комплекса источников позволит точно дешифрировать линейный объект (см. рис. 1).



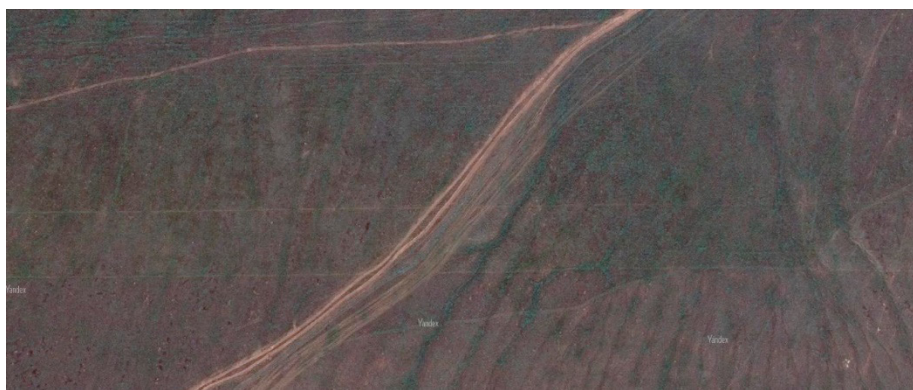
**Рис. 1.** Различия в цветовой обработке данных сверхвысокого разрешения

2. При оцифровке пространственных объектов на исследуемой территории могут возникнуть трудности с определением актуального снимка. Для корректного дешифрирования рекомендуется ис-

пользовать два и более источника. Частым случаем являются грунтовые дороги в редком пользовании. На одном источнике данных, эти дороги еще не проложены, однако на более новом уже существуют. При определении актуальности существования животноводческой точки сравниваются ближайшие строения на территории. Если на двух источниках присутствуют здания, но на одном из них только косвенные признаки (т. е. след), то можно предположить, что это остатки застройки. Следовательно, снимок, имеющий косвенные признаки застройки, является более актуальным. Для этого используются, как правило, снимки таких спутников, как Sentinel 2 и Landsat. Эти данные имеют высокое пространственное разрешение и максимально близкую к актуальной дате съемки. Однако, из-за высокой точности дешифрирования, использовать данные с этих спутников не рационально. Наиболее правильное использование их ограничивается проверкой на актуальность пространственных объектов.

3. Важным аспектом при дешифрировании с использованием данных сверхвысокого пространственного разрешения является понимание о том, что эти данные представлены мозаикой, состоящей из разновременных снимков, которые соединены по принципу избирательности лучших фрагментов. Так, например, соседние элементы мозаики могут быть разносезонными, а также разных годов съемки, и, соответственно, с разной цветовой обработкой. При дешифрировании следует различать наиболее актуальные снимки, по сравнению с соседними.

4. При дешифрировании грунтовых дорог, которые несут непосредственно антропогенную нагрузку на территорию, стоит различать «действующие» дороги, характерным отличием которых является яркость фототона. Чем чаще дорога используется автотранспортом, тем ярче и характернее видна используемая дорога. Причиной тому является высокая плотность постилающей поверхности и отсутствие растительного покрова, которые характеризуются высокой отражательной способностью, т. е. высоким альбедо. Необходимо также различать дороги, которые являются дополнительными при отсутствии проходимости. Это происходит в большинстве случаев, из-за погодных условий на легких почвах: в любое время года на характерен перенос песка и пыли, который заносит дороги. В таких ситуациях рациональным будет прохождение по новому параллельному пути. Частой ситуацией данного процесса является видимость на космоснимке от 3 до 6 дорог (см. рис. 2).



**Рис. 2.** Пример густоты грунтовых дорог на космоснимке

5. Важным умением для специалиста-картографа является четкое понимание и определение различий между линейными объектами, создающими антропогенную нагрузку. Часто, грунтовую дорогу можно спутать с другими линейными объектами, которые создают антропогенную нагрузку. Рассмотрим конкретный случай, на котором можно наблюдать две полосы, которые выделяются характерным светлым тоном (см. рис. 3 на с. 78).





**Рис. 3.** Отличие отображения противопожарных полос на разных источниках

Можно предположить, что это две параллельные грунтовые дороги вдоль защитной лесной полосы (ЗЛН), но синтезируя другие источники ДЗЗ, мы заметим, что по прямым дешифровочным признакам эти линейные объекты не являются грунтовыми дорогами, т. к. не имеют ярко выраженной линейной структуры и необходимой плотности. Встречаются случаи, где отсутствует ЗЛН и объект не имеет косвенной привязки к территории. На данных снимках можно заметить, как характерно производится различие пожарной полосы от грунтовой дороги (см. рис. 4).



**Рис. 4.** Отличие защитных противопожарных полос на разных источниках

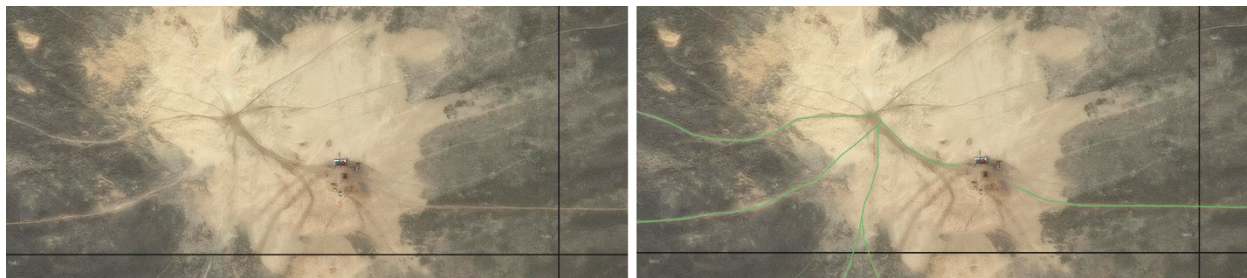
На пожарных полосах отличительной чертой является однородная структура, что не может являться колеей на грунтовой дороге. По цветовому признаку можно заметить, что пожарные полосы имеют темные пятна, которые являются последствием выветривания и размыва почв. При дешифрировании линейных объектов близ животноводческих точек может возникнуть проблема в оцифровке грунтовых дорог, т. к. их можно спутать со скотопрогонами. Различие троп от грунтовых дорог видно по характерной ширине. В частых случаях, тропы приводят к водопою, либо к месту выпаса скота (см. рис. 5).



**Рис. 5.** Пример правильной идентификации грунтовых дорог вблизи животноводческой точки

Грунтовые дороги примыкают к основным магистралям, ведут напрямую к населенным пунктам, а также к кошарным точкам, которые соединены грунтовыми дорогами.

6. При оцифровке грунтовых дорог можно столкнуться с проблемой дешифрирования их на опустыненных территориях. В такой ситуации частыми являются два случая определения. В первом случае, на опустыненной территории видно начало дороги и ее продолжение с другой стороны. В этом случае заметно уплотнение рисунка, а также однородная структура легких почв, которая характерна для занесенной грунтовой дороги (см. рис. 6).



**Рис. 6.** Пример выделения грунтовых дорог на опустыненной территории

Вторым случаем, с которым можно столкнуться при дешифрировании дороги на опустыненной территории – отсутствие однородной структуры, как в примере выше. В данном случае рассматривается картина эоловых форм. В месте нахождения грунтовой дороги отличительные черты эоловых форм становятся реже, или вовсе пропадают. В том месте, где проложена грунтовая дорога, отсутствуют эоловые формы переноса песка (см. рис. 7).

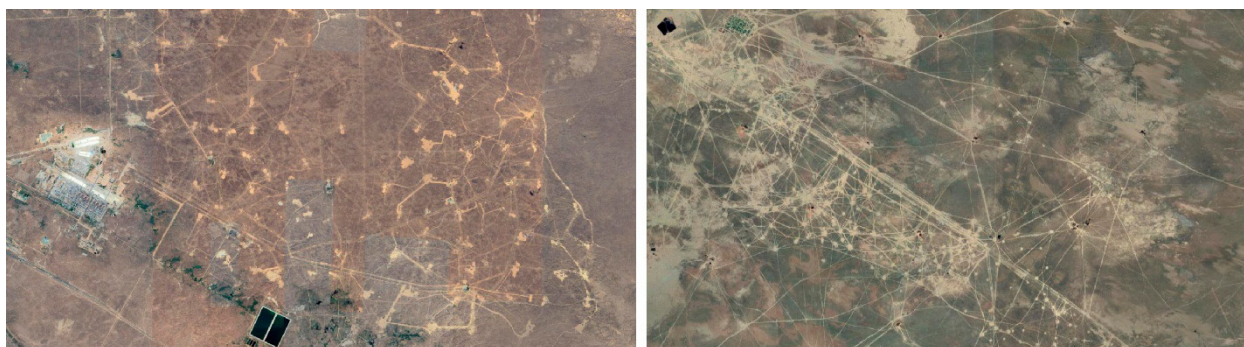


**Рис. 7.** Пример идентификации грунтовых дорог на легких почвах

7. При идентификации объектов важно отличать преобразования техногенного характера. Важным дешифровочным признаком их является высокая плотность и наличие регулярной структуры, схожей с сетью грунтовых дорог. Косвенным признаком техногенных объектов является пространственная привязанность к крупным постройкам различного производственного характера (см. рис. 8 на с. 80).

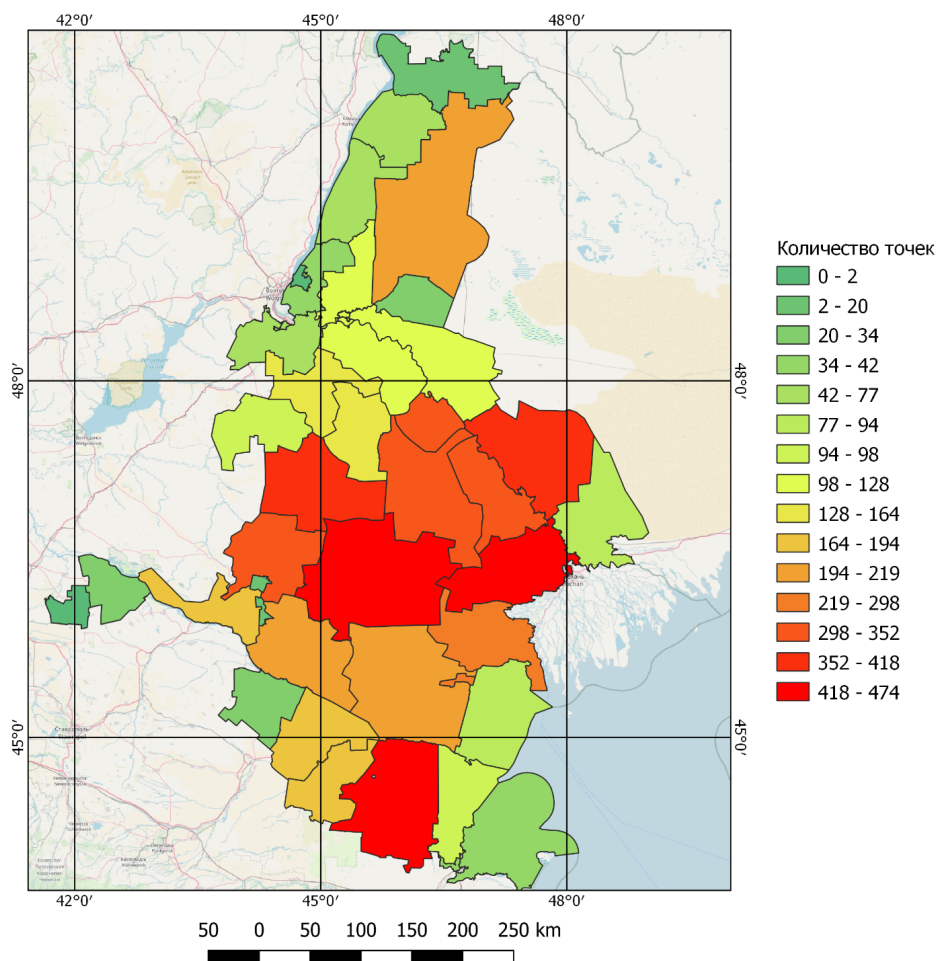
Основываясь на вышеизложенных методологических данных, была произведена работа по дешифрированию и выделению точечных и линейных объектов на территории исследования. Работа производилась в ГИС-системе Quantum GIS версии 3.14. Данная ГИС имеет множество преимуществ перед аналогами, к основным из которых можно отнести большое количество подключаемых модулей и бесплатный характер распространения. Общее количество животноводческих точек составило 5877 штук. Общая протяженность грунтовых дорог, пролегающих между животноводческими точками, равняется 87203 км. С помощью ГИС-технологий, основываясь на методах классификации, составлена картограмма распределения полученных объектов по муниципальным районам исследуемой территории (см. рис. 9 на с. 80).





**Рис. 8.** Наглядная схожесть структуры техногенного рельефа с сетью грунтовых дорог между животноводческими точками (слева – Астраханский газоперерабатывающий завод, справа – Ачикулакское нефтяное месторождение)

### Картограмма распределения животноводческих точек



**Рис. 9.** Картограмма распределения животноводческих точек на территории исследования

Обоснованность выделения только тех грунтовых дорог, которые соединяют животноводческие точки, состоит в том, что именно эти объекты чаще всего используются для передвижения в слабозаселённых территориях, и именно они создают наиболее высокую антропогенную нагрузку.

Такие данные часто требуются при вычислении эколого-хозяйственного баланса территории. Они используются для вычисления коэффициентов абсолютной и относительной напряженности территории, площадей земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями, а также коэффициента естественной защищенности территории. Полученные в результате дешифрирования данные отлично подходят для вычисления коэффициента абсолютной напряженности ( $K_a$ ), который показывает отношение площади сильно нарушенных земель к площади мало преобразованных или нетронутых территорий. Это соотношение крайних по своему значению величин должно привлекать к себе особое внимание с целью нивелирования сильных антропогенных воздействий с потенциалом восстановления ландшафта и поддержания на соответствующем уровне необходимой площади заповедников, заказников и других природоохранных территорий. Чем больше их, тем ниже коэффициент  $K_a$  и благополучнее складывается состояние окружающей среды [1]. С помощью инструментов математического моделирования, встроенных в ГИС, произведен расчет коэффициента абсолютной напряженности, который равняется 0,76, и соответствует средней напряженности территории.

Таким образом, комплекс методологических рекомендаций по дешифрированию сильно нарушенных земель (животноводческих точек и грунтовых дорог) позволил наиболее четко дешифрировать данные объекты. Такой комплекс дешифровочных признаков формируется только благодаря хорошей квалификации специалиста картографа, неотъемлемой частью которой является полевое эталонирование. В рамках разработки данных рекомендаций было проведено полевое эталонирование на территории республики Калмыкия, а также на границе с республикой Дагестан.

С помощью данных рекомендаций по дешифрированию космических снимков могут создаваться базы пространственных данных, благодаря которым могут исследоваться такие показатели как антропогенная нагрузка на пустынных и полупустынных территориях нашей страны. Такие базы данных предназначены для оценки и создания схем животноводства и землепользования в области рационального использования инфраструктуры и правильного размещения объектов.

### Литература

1. Кочуров Б.И. Эколого-хозяйственный сбалансированный подход к развитию региона // Социально-экологические принципы гармонизации и активизации созидательной деятельности людей в промышленных центрах: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Березники, 1997. С. 31–35.
2. Кулик К.Н., Ткаченко Н.А., Кошелев А.В. Использование ГИС-технологий при оценке антропогенной нагрузки на агроландшафты Волгоградского Заволжья // Изв. Оренбур. гос. аграрного ун-та. 2015. № 2(52). С. 161–163.
3. Шинкаренко С.С. Пространственно-временная динамика опустынивания на Черных землях // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. С. 155–168.