

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ
МНОГОЗОНАЛЬНЫХ КОСМОСНИМКОВ В РЕГИОНАЛЬНОМ МАСШТАБЕ
И РАЙОНИРОВАНИЕ

*П.Р. РЕЙМОВ, кандидат географических наук, доцент,
Н.К. МАМУТОВ, кандидат биологических наук, доцент,
В.А. СТАТОВ, кандидат физико-математических наук,
Я.Г. ХУДАЙБЕРГЕНОВ, кандидат географических наук
(Каракалпакский государственный университет имени Бердаха,
Нукус, Узбекистан),*

*М.Р. РЕЙМОВ, кандидат географических наук
(Ташкентский институт ирригации и мелиорации сельского хозяйства, Уз-
бекистан),*

*А. ПРИМБЕТОВ, магистр кафедры геодезии и картографии,
Н. САЛИЕВА, магистр кафедры геодезии и картографии
(Каракалпакский государственный университет имени Бердаха,
Нукус, Узбекистан)*

В настоящее время высокая доступность данных дистанционного зондирования, а также развитие онлайн-методов работы с большими объемами данных и облачных технологий (таких как Google Earth Engine) стимулировало появление работ, в которых производится мозаик совмещенных многозональных космоснимков в региональном масштабе. В настоящее время накоплен значительный опыт глобальной классификации экосистем и классов землепользования по данным дистанционного зондирования среднего и низкого разрешения. При этом, в отличие от разделения исследуемой территории по типам землепользования (Land Use Land Cover, LULC), широко и успешно применяемых в рамках обзорного картографирования земной поверхности в рамках международных исследовательских инициатив Global Land Cover Map (GLCM), Global Land Classification (GLC, GLC-SHARE), ESA Climate Change Initiative Land Cover (CCI-LC), проектов BIOME300, CGLS-LC100, ECOREGIONS2017 и многих других [1-3], в таких работах делается попытка детализированной ландшафтной типизации в рамках единого автоматического алгоритмического подхода по спектральным сигнатурам, усредненным либо для отдельных малоразмерных участков подспутниковых наблюдений, либо по априорно выделенным гомогенным сегментам, которым приписываются

характеристики тех или иных экосистем. Таким образом, детальное геоэкологическое картографирование больших территорий отличается от глобальной классификации с ограниченным количеством классов, которые ряд авторов называют биомными кластерами, то есть географическими областями с близкими био-географическими параметрами, которые могут быть объединены для обработки и анализа без потери физико-географического содержания геоэкологической карты, хотя и с некоторой потерей пространственной точности. Биомный кластер можно рассматривать как результат экосистемной типизации на максимальном уровне географической генерализации, разграничения областей с близкими условиями окружающей среды, экологическими процессами и природными сообществами. Как указывает Купс и другие "Большинство (глобальных) вариантов районирования основано на субъективных критериях, что вызывает серьезные вопросы как их оптимально разрабатывать и определять". [6]

В частности, в исследовании Фабиана Лёв с соавторами [4] предпринята попытка картографирования Приаралья на основе многозональных космоснимков с различными спектральными полосами (Landsat 8 и Sentinel), основываясь на ограниченном наборе данных для обучения в предположении значительно пространственной гомогенности новообразованных пустынных ландшафтов обсохшего дна Аральского моря. Близкая методика была применена ранее для южной части Аральского моря в работе [5].

Такой априорно-гипотетический подход к интерпретации данных дистанционного зондирования, во многом стимулированный успехами в анализе Big Data и недооценкой пространственной и временной изменчивости наземных экосистем, находится в очевидном противоречии с основами географии как пространственной науки, с пространственным подходом, и в целом хорологической концепцией.

На примере классификации космоснимков аральского субрегиона можно выделить возникающие проблемы, вызванные недооценкой причинно обусловленных взаимосвязей формирования и функционирования экосистем, а именно:

Проблема избыточного усреднения. Различные типы ландшафтов, входящие в геосистему Южного Приаралья, характеризуются различной площадью, причем для локальных гидроморфных и полугидроморфных экосистем характерно большое разнообразие характеристик как почвенно-литологического состава, вызванное различным режимом накопления наносов и различием русловых процессов для различных участков реки и ее рукавов, так и растительного покрова, сильно зависящего от разнообразия эдафических условий и климатических зон.

Проблема близких по оптическим характеристикам, но существенно различных по экологическим свойствам выделам наземных экосистем, особенно для фаций, связанных с переносом наносов водными потоками.

Проблема экотонов, локально дестабилизированных фаций, техногенной трансформации и микроочаговых процессов. Многие фации и экосистемы, особенно экосистемы, приуроченные к прирусловым валам и небольшим зонам выклинивания подземных вод, характеризуются небольшими размерами. Также важно учитывать экотонную природу дестабилизированных ландшафтов

Взаимообусловленность компонентов географического комплекса, которую невозможно учитывать без введения дополнительных масок, или, например, пространственно-зависимых весовых коэффициентов.

Классификация данных дистанционного зондирования с использованием спектральных сигнатур для обширных геосистем, включающих в себя различные по характеристикам ландшафты без их предварительного разбиения на макро- и мезорайоны может приводить к различным ошибкам в делимитации экосистем, неточному определению границ фаций и ландшафтных выделов, вне зависимости от выбранных алгоритмов кластеризации с обучением. Поэтому при геоэкологическом картографировании обширных регионов, включающих в себя экосистемы различного генезиса наиболее целесообразно предварительное районирование исследуемой территории на основе биоклиматического зонирования, геоморфологической и морфогенетической типизации по характеру преобладающих процессов рельефообразования и уровню техногенной преобразованности.

Предварительное разбиение исследуемой области на области с различными характеристиками ландшафтогенеза и современной динамики экосистем позволяет устранить зазор между априорным подходом к классификации трансформирующихся наземных экосистем, приводящим к значительным ошибкам при дешифрировании и крупномасштабным анализом космоснимков, включающим ручную пост-обработку и коррекцию. В частности для территории Аральского моря возможно разбиение на следующие мега-районы: остаточного плейя-подобного периодически пересыхающего западного водоема, непосредственно окружающего его зона галлоаккумуляции, области бывших островов, новообразованной пустыни и зоны новообразованных бессточных аванделът коллекторно-дренажного сброса.

Показано, что отдельная классификация данных дистанционного зондирования локальных геосистем с их предварительным геоэкологическим

районированием позволяет увеличить достоверность анализа космической информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ban, Yifang & Gong, Peng & Chandra, Giri.. Global land cover mapping using Earth observation satellite data: Recent progresses and challenges// ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2015 pp.1-6 10.1016/j.isprsjprs.2015.01.001.
2. Yu Y., Chen X., Malik I. et al. Spatiotemporal changes in water, land use, and ecosystem services in Central Asia considering climate changes and human activities// J. Arid Land 13, (2021). <https://doi.org/10.1007/s40333-021-0084-3> pp. 881–890
3. Leemans R., Thompson R.S., Oldfield F. BIOME300 - a joint initiative of LUCC and PAGES//PAGES Newsletter, 2000 №3, P. 32
4. Löw F., Dimov D., Kenjabaev Sh., Zaitov Sh, Stulina G., Dukhovny V. Land cover change detection in the Aralkum with multi-source satellite datasets //GIScience & Remote Sensing, 2021, pp.1-17 DOI: 10.1080/15481603.2021.2009232
5. Kozhoridze G., Orlovsky L., Orlovsky N. Monitoring land cover dynamics in the Aral Sea region by remote sensing // in :Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications III, Proc. of SPIE Vol. 8538, 2012, pp. 1-9
6. Coops, N.C., Kearney, S.P., Bolton, D.K. et al. Remotely-sensed productivity clusters capture global biodiversity patterns.//Sci Rep 8, 16261 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34162-8>