

УДК 551.46

Ю. С. ДАВИДОВИЧ, В. М. ЯЦУХНО

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: seg98001@gmail.com; yatsukhno@bsu.by

ОЦЕНКА ФРАГМЕНТАЦИИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЛАНДШАФТОВ БЕЛАРУСИ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

В ходе длительного хозяйственного освоения и использования территории Беларуси слагающие ее природные ландшафты претерпели значительные структурно-функциональные изменения, выразившиеся прежде всего в трансформации природных экосистем, уменьшении их биологического и ландшафтного разнообразия [1; 2]. К числу существенных негативных последствий этого относится чрезмерная фрагментация наземных экосистем, обусловленная расчленением и последующим дроблением (гетерогенизацией) крупных цельных лесных, водно-болотных, луговых, древесно-кустарниковых массивов на более мелкие и изолированные участки. Формирование последних является результатом крупноплощадного агрохозяйственного, в том числе мелиоративного, использования земельного фонда, создания развитой сети и объектов транспортной инфраструктуры, линий электропередач, системы коммуникаций, расширение городских поселений, рекреационных зон, промышленного и гражданского строительства и др.

Наблюдаемая при этом тотальная антропогенная фрагментация ландшафтного покрова уменьшает пространственные и функциональные связи между изолированными местообитаниями, ведет к потере исходного биоразнообразия экосистем и, как результат, к проявлению процессов их деградации, вызывающие заметные экономические издержки экологического ущерба.

Все это свидетельствует об актуальности и практической востребованности изучения и оценки последствий фрагментации ландшафтов в Беларуси. В первую очередь в данных о фрагментации ландшафтов на разных территориальных уровнях (республиканском, региональном, субрегиональном и локальном) нуждаются государственные органы управления при планировании размещения новых объектов хозяйственного назначения, учете и проведении оценки воздействия на окружающую среду, установлении регламентов, в особенности при обосновании ограничений землепользования, разработке схем и проектов различных видов территориального планирования, создания экологических

сетей, ведения мониторинга растительного и животного мира, земель, строительство и реконструкция дорожной сети, реабилитации объектов природной среды [3; 4].

Для получения корректной и объективной информации о пространственной картине проявления фрагментации ландшафтов перспективно использовать данные дистанционного зондирования Земли. Среди традиционных задач, решаемых с помощью дешифрирования аэрокосмических снимков, значится изучение динамики границ экосистем и степени нарушения их непрерывности (фрагментации), тематическое картографирование и инвентаризация ландшафтов.

Результаты дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли позволяют сделать процесс оценки фрагментации ландшафтов не только более объективным, но и более быстрым и независимым от имеющихся картографических источников. Для количественной характеристики и определения степени фрагментации ландшафтов предлагается применить метрические показатели (индексы), расчет которых выполняется с использованием инструментов в среде геоинформационных технологий [5–7].

Для выявления, дешифрирования и картографирования наземных экосистем, а также определения пространственной структуры и мозаики их территориального размещения с целью установления степени фрагментации ландшафтов предлагается использовать разработанный алгоритм содержания и последовательности основных этапов обработки используемых для этой цели данных дистанционного зондирования Земли. Указанный алгоритм включает следующие этапы работ: подготовка исходных данных; использование геоинформационных моделей для обработки данных дистанционного зондирования Земли; обобщение результатов автоматического дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли; создание карт фрагментации ландшафтов и их картометрический анализ.

В процессе подготовительного периода определяются требования к исходным материалам; производится заказ и приобретение данных дистанционного зондирования Земли; фотограмметрическая, радиометрическая и атмосферная коррекция данных дистанционного зондирования Земли; подготовка и анализ дополнительных материалов, в частности, материалов земельной информационной системы Республики Беларусь, топографические карты, цифровые почвенные карты, карты видов земель и др. Использование программного обеспечения (геоинформационных моделей) включает обработку данных дистанционного зондирования Земли. Использование результатов обработки данных дистанционного

зондирования Земли направлено на создание (редактирование) карт фрагментации ландшафтов; наполнение слоев базы данных тематической информацией; публикацию пространственных данных в виде веб-сервисов; определение метрик (количественных показателей пространственной структуры и конфигурации отдельно изолированных экосистем в ландшафтах); установление степени фрагментации ландшафтов и составление разномасштабных карт ее проявления.

Для автоматизированного дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли предлагается использовать мультиспектральные снимки спутниковых систем MODIS, Sentinel-2A/B, Landsat8/9, БКА на летний и весенний периоды на территории изучаемых регионов. В результате создается мозаика и изображений на каждый сезон съемки. При автоматизированном дешифрировании целесообразно использовать нормализованные индексы NDVI (нормализованный разностный вегетационный индекс) и NDWI (нормализованный разностный индекс обводненности). Все расчеты производятся в программном продукте ArcGIS Pro 2.8 на операционной системе Windows 10 с использованием алгоритмов построения пользовательских инструментов геообработки пространственных данных на основе геомodelей ModelBuilder. В результате создается векторный слой с отображением фрагментации ландшафтов, полученных по итогам автоматизированной классификации данных дистанционного зондирования Земли.

При получении удовлетворительных результатов, подтвержденных матрицей точности классификации, коэффициентом Каппа, выполняется окончательное редактирование объектов слоя фрагментации ландшафтов с учетом дополнительных тематических данных, оформляются выходные продукты – цифровые карты фрагментации ландшафтов различного масштаба. Учитывая многообразие пространственного сочетания экосистем в ландшафтах, возникает необходимость определения и подбор данных дистанционного зондирования Земли, отражающих наиболее типичный характер их фрагментации, которые следует принять в качестве модельных полигонов. Модельные полигоны следует использовать для предварительной апробации применяемых методик и расчетов метрик и установления на их основе индексов фрагментации ландшафтов с применением ГИС-технологий. Набор используемых метрик зависит от решаемых задач и проблем, а также характеризует композиционные и конфигурационные свойства экосистем ландшафтов.

Для вычисления метрик фрагментации ландшафтов предлагается использовать разработанный авторами специализированный программный модуль для ArcGIS.

По результатам определения метрик (показателей) фрагментации ландшафтов определяется площадь сокращения экосистем ландшафтов, а также учитываются показатели связности, непрерывности, формы контуров экосистем и их взаиморазмещение, что позволяет устанавливать степень фрагментации ландшафтов. Так, в первом приближении, исходя из размера площади сохранившихся природных экосистем в ландшафтах, их можно ранжировать на очень сильно трансформированные – менее 10 %, сильно – 10–30 %, средне – 31–50 %, слабо трансформированные – более 50 %. При этом указанные группы ландшафтов должны быть дополнены метрическими характеристиками фрагментации видов земель.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев, А. П. Фрагментация ландшафтного покрова как фактор деградации потенциала самовосстановления геосистем / А. П. Гусев // Вес. БДПУ. Сер. 3, Фізика. Матэматыка. Інфарматыка. Біялогія. Геаграфія. – 2014. – № 1. – С. 58–61.

2. Скачкова, А. С. Планирование территориальных схем экологических сетей на основе результатов оценки фрагментации и разнообразия ландшафтов / А. С. Скачкова, В. М. Яцухно // Земля Беларуси. – 2016. – № 4. – С. 25–29.

3. Шушкова, Е. В. Проницаемость ландшафтов и сред обитания для животных: обзор существующих подходов / Е. В. Шушкова, А. А. Сидорович, И. И. Лукина // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. – 2023. – № 1. – С. 47–56.

4. Украинский, П. А. Фрагментация лесов верхней части бассейна реки Ворскла с конца XVIII века / П. А. Украинский, Э. А. Терехин, Я. В. Павлюк // Вестн. МГУ. Сер. 5, География. – 2017. – № 1. – С. 82–91.

5. Rutledge, D. T. The use of landscape indices in studies of the effects of habitat loss and fragmentation / D. T. Rutledge, C. J. Miller // Naturschutz and Landschaftsplanung. – 2006. – № 38. – P. 300–307.

6. Frazier, A. E. Landscape Metrics: Past Progress and Future Directions / A. E. Frazier, P. Kedron // Current Landscape Ecology Reports. – 2017. – № 2. – P. 63–72.

7. Jaeger, J. A. G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation / J. A. G. Jaeger // Landscape Ecology. – 2000. – № 15. – P. 115–130.