

УДК 911.5:528.5

О. Б. Загальська, канд. геогр. наук., доцент
кафедра фізическої географії
Львівський національний університет імені Івана Франко
ул. Дорошенко, 41, Львів, 79000, Україна
<fizgeografia@yahoo.com>

ГЛАВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ В РОССИИ: ЛАНДШАФТОВЕДЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Проанализированы публикации российских ученых последних лет в области тематической обработки аэро-и космических изображений на предмет пригодности изложенных в них результатов для решения задач ландшафтоведения. Установлен ощутимый прогресс в области дешифрирования отдельных компонентов ландшафтных комплексов, в частности, растительного покрова. Методика составления достоверной ландшафтной карты по аэро- и космоснимкам в автоматизированном режиме пока не разработана.

Ключевые слова: материалы ДЗЗ, классификация изображений, ландшафтный комплекс, ландшафтное картографирование, дешифрирование растительного покрова.

ВВЕДЕНИЕ

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) являются важным инструментом получения данных о природных, природно-антропогенных и антропогенных объектах. Растущий спрос на материалы аэро- и космической съемки, их эффективность, а в ряде случаев – незаменимость, а также постоянная изменчивость объектов зондирования обуславливают непреходящую актуальность исследований в этой сфере [6, 16, 19].

Последние годы отмечены лавинообразным ростом количества дистанционных данных, методик их обработки и конечных результатов текстового, графического, (в первую очередь картографического) формата. Вся эта огромная масса новых знаний требует упорядочивания с целью понимания главных направлений и трендов развития.

Результаты анализа новейших ландшафтно-дистанционных исследований в Украине в сентябре будут изложены автором на международной научной конференции «Ландшафтоведение: состояние, проблемы, перспективы». Логическим продолжением этой работы является выявление последних веяний в области тематической обработки дистанционных данных в России – стране, с которой Украина имеет общие научные корни. *Объект исследования*, таким образом, – направления, подходы и методики российской тематической интерпретации данных ДЗЗ, а также полученные там конечные результаты. *Предмет исследования* – возможность применения этих разработок для решения задач ландшафтоведения.

Сложность внутреннего и внешнего строения ландшафтных комплексов создает большие трудности для их распознавания на аэро– и космоизображениях автоматизированным способом. К сегодняшнему дню эта задача не имеет решения, и получение сведений о подвижках на этом направлении составляет отдельный исследовательский интерес.

Определение новейших тенденций в области тематической обработки данных ДЗЗ – вклад в теорию и методологию как этого научно-прикладного направления, так и науки о ландшафтах. Изложенные в сжатой форме сведения о методах, применяемых ныне для извлечения со снимков необходимой информации, степени их эффективности – своеобразное справочное пособие для тех, кто работает в этой сфере, и для тех, кто только учится. Рафинированные и систематизированные знания удобны для восприятия, они ложатся в основу монографий и учебных пособий. Анализ ландшафтоведом имеющихся программных средств обработки дистанционных данных определяет те направления, по которым их разработчикам следует работать, чтобы создать инструментарий, способный обеспечивать объективные сведения о ландшафтных комплексах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Источником информации служили указанные в списке литературы публикации российских ученых.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) являются важным инструментом получения данных о природных, природно-антропогенных и антропогенных объектах. Растущий спрос на материалы аэро– и космической съемки, их эффективность, а в ряде случаев – незаменимость, а также постоянная изменчивость объектов зондирования обуславливают непреходящую актуальность исследований в этой сфере [6, 16, 19].

Последние годы отмечены лавинообразным ростом количества дистанционных данных, методик их обработки и конечных результатов текстового, графического, (в первую очередь картографического) формата. Вся эта огромная масса новых знаний требует упорядочивания с целью понимания главных направлений и трендов развития.

Результаты анализа новейших ландшафтно-дистанционных исследований в Украине в сентябре будут изложены автором на международной научной конференции «Ландшафтоведение: состояние, проблемы, перспективы». Логическим продолжением этой работы является выявление последних веяний в области тематической обработки дистанционных данных в России – стране, с которой Украина имеет общие научные корни. Объект исследования, таким образом, – направления, подходы и методики тематической интерпретации данных ДЗЗ в исполнении российских ученых и практиков, а также полученные там конечные результаты. Предмет исследования – возможность применения этих наработок для решения задач ландшафтоведения.

Сложность внутреннего и внешнего строения ландшафтных комплексов создает большие трудности для их распознавания на аэро– и космоизображениях автоматизированным способом. К сегодняшнему дню эта задача не имеет решения, и получение сведений о подвижках на этом направлении составляет отдельный исследовательский интерес.

Определение новейших тенденций в области тематической обработки данных ДЗЗ – вклад в теорию и методологию как этого научно-прикладного направления, так и науки о ландшафтах. Изложенные в сжатой форме сведения о методах, применяемых ныне для извлечения со снимков необходимой информации, степени их эффективности – своеобразное справочное пособие для тех, кто работает в этой сфере, и для тех, кто только учится. Рафинированные и систематизированные знания удобны для восприятия, они ложатся в основу монографий и учебных пособий. Анализ ландшафтоведом имеющихся программных средств обработки дистанционных данных определяет те направления, по которым их разработчикам следует работать, чтобы создать инструментарий, способный обеспечивать объективные сведения о ландшафтных комплексах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Основой основ ландшафтных исследований является ландшафтное картографирование, т. е. определение границ ландшафтных комплексов (ЛК) в пространстве и, следовательно, на карте, аэро– и космоизображениях. Ошибки в оконтуривании ЛК искажают их пространство и, соответственно, приводят в негодность результаты всех последующих изысканий научного, и что особенно опасно, прикладного характера.

Ландшафтные комплексы – поверхностные трехмерные системноорганизованные объекты природы, отличающиеся относительной территориальной морфологической однородностью, обусловленной общностью генезиса, развития и функционирования [4].

Сложная внутренняя и внешняя организация ЛК и часто встречающаяся размытость границ создает значительные трудности для их вычленения на аэро– и космоснимках (КС), особенно в автоматизированном режиме. Погрешность определения контуров при компьютерной обработке ДЗ, как отмечено в работе 14, значительно выше, чем традиционными способами.

В Украине начавшиеся в конце прошлого столетия экспериментальные работы по автоматизированному выделению ЛК на аэро– космических изображениях не получили продолжения [22–25]. Анализ публикаций ведущих российских научных изданий показывает, что и в этой стране пока не разработана методика компьютерного составления достоверной ландшафтной карты.

Общая схема обработки данных ДЗЗ построена на классификации изображений и сегментации объектов с близкими спектральными свойствами, в то время как ЛК внешне гетерогенны уже с уровня урочищ, да и элементарные ЛК – фации тоже не всегда поверхностно однородны.

В РФ разработаны собственные технологии автоматизированного выделения на космоизображениях внешне простых или четко ограниченных классов объектов: «облачность», «водоемы», «почвогрунты», «растительность», «пески», «дороги», «сельскохозяйственные земли», «поселки» и др. [6, 10–13].

Одно из ведущих мест в структуре ДЗЗ занимает разработка методик исследования растительного покрова. Полученные результаты имеют большую ценность для ландшафтоведения, поскольку растительность не только формирует экотопус ЛК и нередко фиксирует его генетические границы, но и служит индикатором характера и состояния других его компонентов, отражает особенности его функционирования.

Имеются методики автоматизированного дешифрирования КС для изучения динамики границ лесных земель и степени нарушения непрерывности (фрагментации) лесного покрова. Осуществляется картографирование и инвентаризация лесов, контроль за порядком лесопользования и ходом восстановления на вырубках и гарях [6].

Лесные территории можно разделить на покрытые лесом и непокрытые (вырубки, прогалины, гари, несомкнутые лесные культуры, места ветровалов, погибшие насаждения) [6]. На покрытых лесом участках распознаются хвойные, лиственные, смешанные леса (отдельно увлажненные и засушливые), молодые и средневозрастные леса после возмущений (вырубок и лесных пожаров), травяной покров [12].

В плане автоматизированного дешифрирования земных покровов удалось достичь приличных успехов. Способом максимального правдоподобия хвойные спелые насаждения определяются с достоверностью 71%, лиственные спелые – 77%, лиственные молодняки – 87%, не покрытые лесом земли – 84%, нелесные земли – 83%, сельскохозяйственные земли – 99%, водные объекты – 100% [6].

Точность распознавания типов растительного покрова, полученная с помощью нейросетевого классификатора, составила 91 %, что превосходит показатели других методов: максимального правдоподобия (82 %), расстояния Махаланобиса (78 %), минимальных расстояний (64 %) [19].

Исследования показали высокие возможности растительных индексов (в частности NDVI) для классификации растительности [7, 8].

По результатам обработки КС высокого разрешения созданы схемы плотности леса, а также количественного соотношения хвойных и лиственных пород деревьев [15]. Исследуются возможности повышения эффективности дешифрирования растительного покрова автоматизированными методами с использованием временных рядов снимков разных сезонов [17].

Разработаны новые подходы к количественной оценке объема зеленой фитомассы, общей биомассы и других параметров состояния растительности (породный состав лесных насаждений, тип межкрасовой растительности и др.) для каждого элемента многоспектральных космических изображений [9, 13].

Ландшафтний комплекс во всей своей целостности и пространственной протяженности объектом исследования методами ДЗЗ в последние годы в России, как и в Украине, становится не часто.

В частности, создается система ландшафтных эталонов для обучения автоматизированных систем, что позволит использовать в данном процессе большой набор косвенных признаков [21]. Разрабатывается методика дешифрирования ландшафтов для создания карты элементов среды обитания охотничьих ресурсов [18].

Элементарные ландшафты, которые выделяют авторы работ 5, 16, понимая ними максимально гомогенные во всех спектральных диапазонах растительные ареалы, в ландшафтной иерархии сопоставимы с фациями, или с парцеллами внутри фаций. По результатам исследований формируются «спектральные портреты» элементарных ландшафтов.

Дополнительное изучение геолого-геоморфологического строения территории и почв позволяет выявлять факторы, которые определяют обособление однородных растительных сообществ, что, в свою очередь, открывает возможности для моделирования изменений ландшафтных обстановок (совокупности элементарных ландшафтов) при изменении одного или нескольких компонентов среды. Кроме того, предлагается методика оценки вклада смежных ландшафтов в спектральный отклик при переходе от снимков крупного разрешения к более мелкому.

Встречаются работы, в которых осознанно или неосознанно применяется ландшафтный подход, т. е. используется факт взаимосвязи между компонентами природы, одинаковой в пределах ЛК. Наибольший интерес представляет цепочка «растительность–рельеф» и «растительность–почва» [6, 14].

Предлагаются сферы применения внутриландшафтных связей: 1) для расчета общей устойчивости экосистем к внешним факторам воздействия [6]; 2) для оценки степени антропогенной трансформации природных лесных экосистем [15]; 3) для верификации не только карт растительности, но и почвенных и геоморфологических карт [14].

Ряд работ имеет индикационную направленность. По изображенным на снимках объектам (индикаторам) на основе фактора взаимообусловленности свойств компонентов ЛК определяются неизображенные (индикаты). Таким методом, в частности, выявляются новейшие тектонические движения, следы современных и позднечетвертичных землетрясений [20].

С сожалением приходится констатировать, что сегодняшние наработки в области индикации по аэро- и космоизображениям не соответствует той богатейшей теоретико-методической базе, которая заложена работами 1–3. Причина, очевидно, кроется в том, что эффективной индикации должна предшествовать масштабная полевая работа по определению индикационных связей, ареалов их распространения и экстраполяции.

Несмотря на слабый интерес к ЛК, как к объектам картографирования и изучения, вопрос автоматизированного выделения на снимках сложных при-

родных, природно-антропогенных и антропогенных образований в России находится в числе приоритетных. Любые достижения в этом направлении, естественно, приближают решение задачи компьютерной разбивки снимков на ландшафтные комплексы.

Поскольку поверхностно сложные объекты на аэро- и космоизображениях формируют смесь спектральных откликов различной яркости, исследуемые классы могут перекрываться в пространстве измерений, стандартные методики разграничения анализируемой площади по классам однородных полей, представленных пикселями с однотипными спектрами, к ним не применимы [16]. В поисках удовлетворительного результата прибегают к объектно-ориентированной и нейросетевой классификации.

Объектно-ориентированная классификация отвечает задаче распознавания ЛК по своей сути, поскольку предоставляет возможность анализа пространственных параметров (текстуры, формы, размера). Но в случае с объектами с большим разнообразием составляющих их элементов, а таковыми являются ЛК ранга местность и ландшафт, добиться надежного результата не удастся [8]. Процесс распознавания с помощью нейронной сети, кроме того, занимает гораздо больше времени, чем использование статистических алгоритмов, что показывает необходимость разработки для решения конкретных задач специализированных архитектур [19].

В России активно разрабатываются приложения методов, алгоритмов и программ распознавания образов по данным многоспектрального и гиперспектрального дистанционного зондирования. В гиперспектральных системах разрешение по спектру достигает нанометров, что открывает возможности нанодиагностики состояния объектов. Эти приложения, например, позволяют выявлять стрессовое состояние растительности под влиянием дефицита увлажнения и загрязнений окружающей среды [11, 12].

Следует, однако, заметить, что нануровень дистанционной съемки теряет значительную часть своих информационных возможностей, если он не проецируется на ландшафтное строение территории. Мониторинг, интерпретация полученных данных, прогнозирование требуют понимания факторов, определяющих свойства и развитие выявленных посредством гиперспектрального зондирования составляющих экотяруса. Элементы ландшафтной структуры задают параметры значимых для растительности режимов (орографического, литологического, почвенного, теплового, влажностного и т. д.), определяют особенности функционирования растительных сообществ.

Обращает на себя внимание и то обстоятельство, что в России не идеализируют методы компьютерной обработки снимков для решения тематических задач. Многие авторы воспринимают их как средство дополнения, количественного уточнения и коррекции стандартных методик. Визуальное дешифрирование остается в перечне адекватных и эффективных приемов в области ДЗЗ. Важная роль в процессе обработки изображений отводится опытным и компетентным в заданной предметной области специалистам.

Российские ученые, работающие в области ДЗЗ, не отказались от наземных исследований. Полевые работы используют для составления комплексных баз геоданных, верификации выделенных полигонов, точной привязки исследуемых объектов в системе координат, оценки точности классификации объектов, что существенно улучшает конечный результат.

ВЫВОДЫ

В России тематическая обработка данных ДЗЗ перешла на компьютерную основу. Одним из приоритетных ее направлений является разработка методического аппарата автоматизированного распознавания сложных природных и природно-антропогенных образований. Однако методика автоматизированного ландшафтного картографирования пока не разработана. Ощутимый прогресс имеется только в области дешифрирования отдельных компонентов ландшафтных комплексов, в частности, растительного покрова.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Викторов С. В.* Введение в индикационную геоботанику / С. В. Викторов, Е. А. Востокова, Д. Д. Вышивкин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1962. – 227 с.
2. *Викторов С. В.* Индикационная геоботаника / С. В. Викторов, Г. Л. Ремезова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 168 с.
3. *Викторов С. В.* Ландшафтная индикация и ее практическое применение / С. В. Викторов, А. Г. Чикишев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 200 с.
4. *Загультська О. Б.* Ландшафт на аеро- та космознімках / О. Б. Загультська // Фіз. географія і геоморфологія. – 2013. – Вип. 3 (71). – С. 102–111.
5. *Зольников И. Д.* Комплексная технология картографирования и мониторинга гетерогенного растительного покрова / И. Д. Зольников, В. А. Лямина, А. Ю. Королюк // География и природ. ресурсы. – 2010. – № 2. – С. 126–131.
6. *Исаев А. С.* Использование спутниковых данных для мониторинга биоразнообразия лесов / А. С. Исаев, С. В. Князева, М. Ю. Пузаченко, Т. В. Черненко // Исслед. Земли из космоса. – 2009. – № 2. – С. 55–66.
7. *Кайшань Сун* Классификация типов земной поверхности бассейна реки Амур по данным временных серий MODIS / Сун Кайшань, Ван Цзунмин, Лю Цинфэн, Лю Дяньвэй, В. В. Ермошин и др. // География и природ. ресурсы. – 2011. – № 1. – С. 13–20.
8. *Кобзева Е. А.* Автоматизация дешифрирования спутниковых снимков: опыт и проблемы / Е. А. Кобзева, К. А. Поздина // Геодезия и картография. – 2008. – № 6. – С. 40–44.
9. *Козодеров В. В.* Восстановление объема фитомассы и других параметров состояния почвенно-растительного покрова по результатам обработки многоспектральных спутниковых изображений / В. В. Козодеров, Т. В. Кондранин, В. С. Косолапов и др. // Исслед. Земли из космоса. – 2007. – № 1. – С. 57–65.
10. *Козодеров В. В.* Инновационная технология обработки многоспектральных космических изображений земной поверхности // В. В. Козодеров, Т. В. Кондранин, В. Е. Дмитриев и др. // Исслед. Земли из космоса. – 2008. – № 1. – С. 56–72.
11. *Козодеров В. В.* Обработка и интерпретация данных гиперспектральных аэрокосмических измерений для дистанционной диагностики природно-техногенных объектов / В. В. Козодеров, Т. В. Кондранин, О. Ю. Казанцев и др. // Исслед. Земли из космоса. – 2009. – № 2. – С. 36–54.
12. *Козодеров В. В.* Аэрокосмическое зондирование почвенно-растительного покрова: модели, алгоритмическое и программное обеспечение, наземная валидация / В. В. Козодеров, Е. В. Дмитриев // Исслед. Земли из космоса. – 2010. – № 1. – С. 69–86.
13. *Козодеров В. В.* Распознавание растительности по данным гиперспектрального аэрозондирования / В. В. Козодеров, В. Д. Егоров // Исслед. Земли из космоса. – 2011. – № 3. – С. 40–48.
14. *Кренке-мл. А. Н.* Уточнение содержания тематических карт на основе данных дистанционного зондирования / А. Н. Кренке-мл., М. Ю. Пузаченко, Ю. Г. Пузаченко // Известия РАН. – Серия Географическая. – 2011. – № 4. – С. 86–96.

15. Ляцинский Н. Н. Оценка структуры растительного покрова и его антропогенной трансформации на основе обработки космоснимков QUICKBIRD (Новосибирский академгородок) / Н. Н. Ляцинский, И. Д. Зольников, Н. В. Глушкова // Исслед. Земли из космоса. – 2013. – № 1. – С. 71–78.
16. Лямина В. А. Генерализация ландшафтных обстановок в спектральных характеристиках космических снимков различного пространственного разрешения / В. А. Лямина, А. Ю. Королюк, И. Д. Зольников и др. // Исслед. Земли из космоса. – 2010. – № 4. – С. 77–84.
17. Марчуков В. С. Дешифрирование растительного покрова с использованием спектрально-временных признаков / В. С. Марчуков, Е. А. Стыщенко // Исслед. Земли из космоса. – 2012. – № 1. – С. 77–88.
18. Мышляков С. Г. Особенности дешифрирования ландшафтов по мультиспектральным космическим снимкам для создания карты элементов среды обитания охотничьих ресурсов / С. Г. Мышляков // Геоматика. – 2013. – № 1. – С. 53–62.
19. Романов А. А. Сравнение статистического и нейросетевого подходов классификации растительности по данным спутника LANDSAT 5 / А. А. Романов, К. А. Рубанов // Исслед. Земли из космоса. – 2012. – № 6. – С. 19–28.
20. Трифионов В. Г. 30 лет геологических исследований с помощью космических средств: тенденции, достижения, перспективы / В. Г. Трифионов // Исслед. Земли из космоса. – 2010. – № 1. – С. 27–39.
21. Федоров И. Н. Классификационные основы эталонирования ландшафтов / И. Н. Федоров // Вестн. Тюменского гос. ун-та. – 2011. – № 4. – С. 106–113.
22. Федоровский А. Д. Ландшафтный подход при дешифрировании космических снимков / А. Д. Федоровский, В. Т. Гриневецкий, Ю. В. Костюченко, А. Ю. Кувшинов // Косм. наука і технологія. – 1998. – Т. 4. – № 1. – С. 39–45.
23. Федоровский А. Д. К вопросу оценки космических снимков для дешифрирования природных ландшафтов / А. Д. Федоровский, К. Ю. Суханов, В. Г. Якимчук // Косм. наука і технологія. – 1999. – Т. 5. – № 1. – С. 24–31.
24. Федоровский А. Д. Дешифрирование космических снимков ландшафтных комплексов с использованием марковской модели изображения / А. Д. Федоровский, В. Г. Якимчук, С. А. Рябоконтенко // Косм. наука і технологія. – 2001. – Т. 7. – № 5/6. – С. 80–84.
25. Федоровский А. Д. Дешифрирование космических снимков ландшафтных комплексов на основе структурно-текстурного анализа / А. Д. Федоровский, В. Г. Якимчук, Р. И. Новиков и др. // Косм. наука і технологія. – 2002. – Т. 8. – № 2/3. – С. 76–83.

REFERENCES

1. Victorov, S.V., Vostokova, E.A., Vyshivkin, D.D. (1962), *Introduction in indicator geobotany [Vvedenie v indikatsionnyu geobotaniku]*, Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 227 p.
2. Victorov, S.V., Remezova, G.L. (1988), *Indicator geobotany [Indikatsionnaya geobotanika]*, Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 168 p.
3. Victorov, S.V., Chikishev, A.G. (1990), Landscape indication and its practical application [*Landshaftnaya indikatsiya i ee prakticheskoe primeneniye*], Izd-vo Mosk. un-ta, Moscow, 200 p.
4. Zahul's'ka, O.B. (2013), «Landscape on aerial and satellite images» [«Landshaft na aereo- i kosmoznimkah»], *Phiz. geografiya i geomorfologiya*, No. 3(71), pp. 102–111.
5. Zolnikov, I.D., Lyamina, V.A., Korolyuk, A. Yu. (2010), «Complex technology of mapping and monitoring of a heterogeneous vegetable cover» [«Kompleksnaya tekhnologiya kartografirovaniya i monitoringa geterogennoho rastitel'nogo pokrova»], *Geographiya i prir. resursy*, No. 2, pp. 126–131.
6. Isaev, A. S., Knyazeva, S.V., Puzachenko, M. J. and other (2009), «Use of Satellite Data for Monitoring Biodiversity of Forests» [«Ispol'zovanie sputnikovyh dannyh dlya monitoringa bioraznoobraziya lesov»], *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 2, pp. 55–66.
7. Kayshan, S., Tcunmin, V., Teinfen, L., Dyanvey, L., Yermoshin, V.V. and other (2011), «Classification of types of a terrestrial surface of a river basin Amur according to the temporary data MODIS series» [«Klassifikatsiya tipov zemnoy poverhnosti basseyna reki Amur po dannym vremennyh seriy MODIS»], *Geographiya i prir. resursy*, No. 1, pp. 13–20.
8. Kobzeva, E. A., Pozdina, K.A. (2008), «Automation of decoding of satellite pictures: experience and problems» [«Avtomatizatsiya deshifirovaniya sputnikovyh snimkov: opyt i problemy»], *Geodesiya i kartografiya*, No. 6, pp. 40–44.
9. Kozoderov, V.V., Kondranin, T.V., Kosolapov, V.S. and other (2007), «Recovery of volume of phytoweight and other parameters of a condition of a soil and vegetable cover by results of processing of multispectral satellite images» [«Vosstanovleniye ob'ema fitomassy i drugih parametrov sostoyaniya pochvenno-rastitel'nogo

- pokrova po rezul'tatam obrabotky mnogospektral'nyh sputnikovyyh izobrazheniy», *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 1, pp. No. 1, pp. 57–65.
10. Kozoderov, V.V., Kondranin, T.V., Dmitriev, V.E. and other (2008), «Innovative technology of processing of multispectral space images of a terrestrial surface» [«Innovatsionnaya tehnologiya obrabotki mnogospektral'nyh kosmicheskikh izobrazheniy zemnoy poverhnosti»], *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 1, pp. 56–72.
 11. Kozoderov, V.V., Kondranin, T.V., Kazantsev, O. Yu. and other (2009), «Processing and interpretation of hyperspectral airspace measurements for remote diagnostics of natural and technogenic objects» [«Obrabotka i interpretatsiya dannyh giperspektral'nyh aerpkosmicheskikh izmereniy dlya distantsionnoy diagnostiki prirodno-tehnogennykh ob'ektov»], *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 2, pp. 36–54.
 12. Kozoderov, V.V., Dmitriev, E.V. (2010), «Aerospace remote sensing of soil-vegetation cover: models, algorithm and software tools, ground-based validation» [«Aerokosmicheskoye zondirovanie pochvenno-rastitel'nogo pokrova; modeli, algoritmicheskoye i programmnoye obespechenie, nazemnaya validatsiya»], *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 1, pp. 69–86.
 13. Kozoderov, V.V., Egorov, V. D. (2011), «Vegetation pattern recognition using data of hyperspectral airborne remote sensing» [«Raspoznavaniye rastitel'nosti po dannym giperspektral'nogo aerozondirovaniya»], *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 3, pp. 40–48.
 14. Krenke, A.N. (Union), Puzachenko, M. Yu., Puzachenko, Yu. G. (2011), «More accurate content of thematic maps on the basis of remote sensing data» [«Utochnenie sodержaniya tematicheskikh kart na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniya»], *Izvestiya PAN, Seria Geographicheskaya*, No. 4, pp. 86–96.
 15. Latsinskiy, N.N., Zolnikov, I.D., Glushkova, N.V. (2013), «Assessment of structure of a vegetable cover and its anthropogenous transformation on the basis of processing of satellite images of QUICKBIRD (The Novosibirsk campus)» [«Otsenka struktury rastitel'nogo pokrova i ego antropogennoy transformatsii na osnove obrabotki kosmosnimkov QUICKBIRD (Novosibirskiy akademgorodok)»], *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 1, pp. 71–78.
 16. Lyamina, V.A., Korolyuk, A. Yu., Zolnikov, I.D. and other (2010), «Reflection of landscape generalization in spectral characteristics of fine, middle and large scale space images» [«Generalizatsiya landshaftnykh obstanovok v spektral'nykh harakteristikah kosmicheskikh snimkov razlichnogo prostranstvennogo razresheniya»], *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 4, pp. 77–84.
 17. Marchukov, V.S., Stytsenko, E.A. (2012), «Interpretation of vegetation using spectral-temporal characteristics» [«Deshifirovanie rastitel'nogo pokrova s ispol'zovaniem prostranstvenno-vremennykh priznakov»], *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 1, pp. 77–88.
 18. Myshlyakov S. G. (2013), «Features of interpretation of landscapes on multispectral space pictures for creation of the map of elements of habitat of hunting resources» [«Osobennosti deshefirovaniya landshaftov po mul'tispektral'nym kosmicheskim snimkam dlya sozdaniya karty elemntov sredei obitniya ohotnich'ih resyrsov»], *Geomatika*, No. 1, pp. 53–62.
 19. Pomanov, A.A., Rubanov, K.A. (2012), «Comparison of statistical and neuronetwork approaches of classification of vegetation according to the LANDSAT 5 satellite» [«Svravnenie statisticheskogo i neyrosetevogo podhgov klassifikatsii rastitel'nosti po dannym sputnika LANDSAT 5»], *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 6, pp. 19–28.
 20. Trifonov, V.G. (2010), «30 years of the geological studies with using space means: tendencies, achievements and perspectives» [«30 let geologicheskikh issledovaniy s pomots'yu kosmicheskikh sredstv; tendentsii, dostizheniya, perspektivy»], *Issled. Zemli iz kosmosa*, No. 1, pp. 27–39.
 21. Fedorov, I.N. (2011), «Classification bases of calibration of landscapes» [«Klassifikatsionnye osnovy etalonirovaniya landshaftov»], *Vestn. Tyumen. un-ta*, No. 4, pp. 106–113.
 22. Fedorovskiy, A.D., Grinevetskiy, V.T., Kostyuchenko, Yu.V., Kuvshinov A. Yu. (1998), «Landscape-investigation approach in decoding space images» [«Landshaftnyy podhod pri deshefirovanii kosmicheskikh snimkov»], *Kosm. nauka i tekhnologiya*, Vol. 4, No. 1, pp. 39–45.
 23. Fedorovskiy, A.D., Sukhanov, K. Yu., Yakimchuk, V.G. (1999), «Selection and assessment of space images for the interpretation of landscapes structures» [«K voprosu otsenki kosmicheskikh snimkov dlya deshefirovaniya prirodnykh landshaftov»], *Kosm. nauka i tekhnologiya*, Vol. 5, No. 1, pp. 24–31.
 24. Fedorovskiy, A.D., Yakimchuk, V.G., Pyabokononko, S.A. (2001), «Interpretation of space images of landscape complexes with the use of the Markov image model» [«Deshifirovanie kosmicheskikh snimkov landshaftnykh kompleksov s ispol'zovaniem markovskoy modeli izobrazheniya»], *Kosm. nauka i tekhnologiya*, Vol. 7, No. 5/6, pp. 80–84.
 25. Fedorovskiy, A.D., Yakimchuk, V.G., Novikov, R.I. (2002), «Interpretation of space images of landscape complexes on the basis of the structural analysis» [«Deshifirovanie kosmicheskikh snimkov na osnove strukturno-teksturnogo analiza»], *Kosm. nauka i tekhnologiya*, Vol. 8, No. 2/3, pp. 76–83.

Поступила 30.06.2014 г.

О. Б. Загультська, канд. геогр. наук, доцент
кафедра фізичної географії
Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Дорошенка, 41, Львів, 79000, Україна, <fizgeografia@yahoo.com>

ГОЛОВНІ НАПРЯМИ ТЕМАТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ДАНИХ ДЗЗ У РОСІЇ: ЛАНДШАФТОЗНАВЧИЙ АСПЕКТ

Резюме

Проаналізовано публікації російських учених останніх років в області тематичної обробки аеро-і космічних зображень на предмет придатності викладених у них результатів для вирішення завдань ландшафтознавства. Встановлено відчутний прогрес в області дешифрування окремих компонентів ландшафтних комплексів, зокрема, рослинного покриву. Методика складання достовірної ландшафтної карти за аеро-і космоснімки в автоматизованому режимі поки не розроблена.

Ключові слова: дані ДЗЗ, класифікація зображень, ландшафтний комплекс, ландшафтне картування, дешифрування рослинного покриву.

О. В. Zagul's'ka

Department of physical geography
Ivan Franko National University of L'viv,
Doroshenko St., 41, L'viv, 79000, Ukraine, <fizgeografia@yahoo.com>

THE MAIN DIRECTIONS OF THEMATIC PROCESSING OF REMOTE SENSING DATA IN RUSSIA: LANDSCAPE ASPECT

Abstract

Purpose. Publications of the Russian scientific last years in the field of thematic processing aero- and space images about use for the solution of problems of a landscape science are analysed.

Methodology. The publications of the Russian scientists specified in the list of references were a source of information.

Finding. In Russia achieved decent success in the field of automatic interpretation of earth cover. One of the leading places in the structure of remote sensing occupies the working of techniques for the study of vegetation. Landscape complex as a whole object of research by the methods of remote sensing in recent years become rare. Elementary landscape complexes are determined by images of vegetation, the system of landscape standards for training of the automated systems is created. The technique of interpretation of landscapes is developed for the applied purposes. Works in which landscape approach is applied meet. A number of works has an indicative orientation. Among priority a question of the automated allocation in images of compound natural, natural-anthropogenous and anthropogenous structures. The technique of recognition of images according to multispectral and hyperspectral remote sensing is actively developed.

Results. In Russia the technique of automatic landscape mapping on aero- and to satellite images isn't developed yet. Progress has been made only in the decoding of the individual components of landscapes, particularly vegetation.

Keywords: remote sensing data, image classification, landscape complex, landscape mapping, decoding vegetation.