ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ДИНАМИКИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЕВЕР МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

А.Б. Спиридонова, О.В. Анисимова

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области
«Университет «Дубна», Дубна, Россия
naspiri@yandex.ru, ol_anisimova@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методы визуального и автоматического дешифрирования Дубненского и Талдомского района. Данные, полученные в ходе изучения космических снимков и различных географических материалов, были обработаны с применением геоинформационной платформы Quantum GIS и Multispec. На их основе было проведено ландшафтно-индикационное дешифрирование геоэкологических особенностей территории, построена карта динамики антропогенной нагрузки на севере МО за последние 30 лет. Предложен способ интерпретации балльных оценок антропогенной трансформации, на основе чего произведена оценка антропогенного воздействия.

Ключевые слова: ДДЗ, Космические снимки, север Московской области, ГИС, Multispec, QGIS.

Дистанционные методы являются комплексным источником информации, позволяющим консолидировать информацию и решать природные, ресурсные и экологические проблемы территорий с любым уровнем генерализации. Использование космических снимков дает возможность специалистам увидеть, понять и более достоверно отразить на тематических картах, происходящие процессы на территории, связанные с повышением антропогенной нагрузки [1].

В работе применялись методы комплексных физико-географических исследований, математико-статистические методы, методы геоинформационного картографирования и пространственного анализа на основе анализа космических снимков. Технология дешифрирования космических снимков и оценки состояния территории основывается на выполнении нескольких этапов.

Для получения комплексной тематической информации необходимо интегрировать визуальное и компьютерное дешифрирование, каждое из которых имеет свои достоинства и ограничения. Так, визуальное дешифрирование снимков на экране компьютера с успехом дополняется автоматизированной обработкой, при этом позволяет улучшить дешифровочные свойства снимков, либо быстро и детально выделить четко изобразившиеся объекты [2].

Эталон дешифрирования представляет собой дешифрированный в поле на ключевом участке ландшафта КС (или его часть). Он служит образцом для камерального дешифрирования других КС данного ландшафта путем экстраполяции дешиф-

ровочных признаков. На основе выбранных эталонных участков производится создание дешифровочного атласа, отражающего все необходимые характеристики (табл. 1). Данный атлас состоит из 11 объектов, которые будут служить экстраполяцией дешифровочных признаков для дешифрирования аналогичных объектов, расположенных в пределах участка съемки.

На основе дешифровочного атласа были отобраны эталонные участки и, при помощи программного обеспечения Multispec, было выявлено погрешности полученного результата. В связи с чем была произведена корректировка эталонов и ввод других участков. При получении удовлетворительного результата автоматического дешифрирования без обучения, по эталонным участкам была произведена классификация всего изображения с построением карты дешифрирования (рис. 1). После получения автоматически отдешифрированной карты, соответствующей местности изучаемой территории, были скорректированы цвета и надписи.

Таким образом была произведена классификация снимков по разным годам, в общей сложности в период равный тридцати годам: 1989, 1995, 2001, 2007, 2013, 2019. К данной задаче был применен метод кластеризации и классификации с обучением в программе Multispec [3]. В связи с чем была исследована динамика изменения территории по следующим характеристикам: городская застройка, коттеджи и дачные участки, поля различного назначения, растительный покров в пределах городской застройки или дачных участков.

Таблица 1. Дешифровочный атлас эталонных участков (частично представлен)

Объект	Координаты	Описание участка	Пример1	Пример 2
Дороги	56.721096– 56.721358; 37.169927– 37.170430	Новое шоссе – региональная дорога в городе Дубна.
Хвойный лес	56.914424– 56.914681, 35.955824– 35.956338	Хвойный лес рядом с деревней Крева. Кимрский район, Тверская область.
Широколиственный лес	56.914424– 56.914681, 35.955824– 35.956338	Широколиственный лес рядом с городским кладбищем г. Дубны.
Заболоченная территория	56.732354– 56.733768, 37.083546– 37.084959	Алешинский залив Конаковский район, Тверская область.
Антропогенная деятельность	56.914424, 56.914681; 35.955824– 35.956338	За эталонный участок антропогенной деятельности была принята территория правого берега г.Дубны имеющий разные виды застройки и антропогенную нагрузку

Продолжение таблицы 1.

Объект	Координаты	Описание участка	Пример1	Пример 2
с/х угодия	56.914681– 56.914681; 35.955824– 35.956316	Сельхоз поля неподалёку от деревни Демидовка. Кимрский район, Тверская область.

Рис. 1. Графический результат классификации

Участки были разбиты на 11 классов, каждому из которых был присвоен цвет. Данное количество классов было выбрано исходя из предварительной классификации с обучением (на основе эталонных участков). Распределение пикселей участков по годам продемонстрировано на графике (рис. 2). Имеются некие аномалии в распределении пикселей по зонам, это связано с использованием разных спутников системы Landsat (5,7,8). Отражательные способности пропорционально зависят от функци-

ональных возможностей спутниковых систем. Автором были взяты снимки Landsat-5 (1989 г., 1995 г.), Landsat-7 (2001 г., 2007 г., 2013 г.) и Landsat-8 (2018 г., 2019 г.).

Одной из причин низких значений является использование Landsat-7. В 2003 г. произошел сбой модуля Scan Line Corrector, после чего используется в режиме без коррекции линий сканирования, что уменьшает количество получаемой информации до 75 % от изначальной [4].

Таким образом, была создана карта динамики Дубненского района (рис. 3). На данной карте территория подверглась как качественным изменениям, так и количественным. В связи с активным ростом экономической ситуации региона и возрастанием антропогенного воздействия, территория подверглась деградации растительного покрова, вырубкам, увеличению дорожно-транспортных путей, в том числе строительство платины и моста соединяющих левый и правый берег. Неотъемле-

мой частью развития района является увеличение жилых комплексов. За 30 лет появились новые коттеджные поселки, а также на левом берегу Дубны появился крупная «Особо экономическая зона». Было выявлено, что происходит процесс естественного уменьшения озёр, а местами и вовсе пропали водные объекты (предположительно болота). Такие процессы могут наблюдаться в связи с изменением климатических условий и гидрологического режима.

Карта дешифрирования Талдомского района в отличие от Дубненского имеет значительно большую площадь территории. Данный район славится сельскохозяйственной деятельностью и имеет большое количество территорий, задействованных по назначению. Территория является достаточно заболоченной, в связи с чем ведутся работы по добычи торфа и других нерудных полезных ископаемых. На КС отражена добыча торфа в виде землепользования на болотистой местности (водных объектах).

Талдомский район имеет изменения в качественном значении. Это прежде всего увеличение землепользования в г. Талдом и расширение сельских поселений и коттеджных застроек (рис. 4). В количественном же значении возросло количество

с/х полей, появились новые коттеджные поселки. Удивительным фактом послужило увеличение растительного покрова в населенных территориях. Частично были выявлены вырубки.

Была построена таблица распределения интенсивности воздействия по годам в целом, за период с 1989 по 2019 (таб. 2). Вычисления велись исходя из полученных данных в программе MultiSpec и дальнейшей их интерпретации в соответствии с площадью обрабатываемой территории и разрешающей способностью КС [5]. Приведенные в таблице 2 факторы воздействия приводятся в процентах. Процентные доли динамика антропогенного воздействия вычисляются относительно предыдущего года, в соответствии с чем показатель 1989 года являются равными значению «0».

Рис. 4. Изменение территории Талдомского района с 1989 по 2019 гг.

Таблица 2. Оценка антропогенного воздействия

Факторы воздействия	1989 г.	1995 г.	2001 г.	2007 г.	2013 г.	2019 г.
Землепользование, %	0	8,2	7,3	1,9	4	9,1
Дороги, %	0	0,9	2	1	1,1	3,1
Изменение природных комплексов, %	0	4,1	3,07	2,3	3,1	5,6
Изменение водных объектов, %	0	1,8	0,5	0,9	2	1,9

При анализе карт динамики можно сделать вывод, что территории Дубненского и Талдомского района необходимо оценивать отдельно, т.к. экономически-территориальное развитие разное. Так, исходя из классификаций выше, территория г. Дуб-

ны является природно-антропогенным ландшафтом, а Талдомский район – природным. В целом изменение природных ландшафтов слабое [6]. Наиболее подвергшимися антропогенному воздействию оказались землепользование (рис. 5).

Рис. 5. График динамики антропогенной нагрузки за 30 лет

Если север МО рассматривать с точки зрения качественных и количественных характеристик, то в качественном значении территория изменилась на 15 %, а в количественном на 8 %. Из чего можно сделать вывод, что север МО является экологически благоприятной территорией, в большинстве случаев благодаря Талдомскому району, где преобладают лесные массивы и с/х производство.

Север Московской области: Талдомский и Дубненский районы в целом можно охарактеризовать как благоприятные для населения, растительного и животного мира. Весьма благополучная экологическая обстановка поддерживается благодаря значительному удалению от промышленных зон и существованию крупных особо охраняемых природных территорий, таких заказников, как “Журавлиная родина”, и целого ряда других. Территория обладает весьма значительными запасами леса; здесь ведутся промышленные рубки.

Обе территории характеризуются обширными болотными системами и лесными массивами, что

было выявлено при классификации с обучением и полностью автоматической кластеризации. Это оказывает влияние как на температурный режим, так и на влажность, особенности распределения атмосферных осадков, а также ветровой режим. Обилие водных поверхностей влияет на изменения относительной влажности воздуха и появления тумана. Частая повторяемость весенних и осенних заморозков обусловлена близостью водохранилища.

Данные системы позволяют улучшить дешифровочные свойства снимков, быстро и детально выделить отобразившиеся объекты. Идеально подходят для разделения объектов разного типа, определения границ между ними. При работе имелись некие недостатки, которые выявились в ходе дешифрирования Талдомского района, в связи с чем было увеличено количество эталонных участков и расширены их границы, что в итоге привело к удовлетворяющему результату.

Список литературы

1. Губин В.Н. Дистанционные методы зондирования. – Мн.: Учеб. Пособие. 2006. 127 с.
2. Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации – Landsat. Электронный ресурс: <http://www.gisa.ru/3122.html> – Режим доступа: свободны. Дата обращения: 05.04.19
3. MultiSpec exercise: Supervised classification. – Электронный ресурс: https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/tutorials/MultiSpec_Exercise_4.pdf. Режим доступа: Свободный. Дата обращения 12.02.2020.
4. An introduction and reference for MultiSpec. – Электронный ресурс: https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/MultiSpec_Intro_9_11.pdf. Режим доступа: Свободный. Дата обращения 15.02.2020.
5. GIS-Lab: Обработка многозональных космоснимков в MultiSpec. – Электронный ресурс: http://gis-lab.info/qa/multispec-sat.html#cite_note-Ref01-0. Режим доступа: Свободный. Дата обращения 15.12.2019.
6. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пособие. – Москва-Смоленск: Маджента, 2003. – 384 с.

STUDY THE OF GEO-ECOLOGICAL CONDITIONS AND THE DYNAMICS OF THE ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE NORTH OF THE MOSCOW REGION ON THE BASIS OF SATELLITE IMAGES

A.B. Spiridonova, O.V. Anisimova

State University "Dubna", Dubna, Russia
naspiri@yandex.ru, ol_anisimova@mail.ru

Abstract. This paper analyzes the geoecological situation in the north of the Moscow Region based on remote sensing methods. In the work, the methods of complex physiographic research, mathematical and statistical methods, methods of geoinformation mapping and spatial analysis were used. The decoding was carried out visually and using automatic methods.

Due to the fact that strategically important objects, reserves, enterprises playing a large role in the life of Russia and the world are located in the north of the Moscow region, and nonmetallic minerals are being mined, the need to study the anthropogenic impact on geoecological conditions arises.

The data obtained during the study of satellite images and various geographic materials were processed in the Quantum GIS platform. On their basis, landscape – indicative interpretation of the geoecological features of the territory was carried out, a map of the sounding of the north of the Moscow region was carried out, revealing the dynamics for 30 years. A method for interpreting the scores of anthropogenic transformation is proposed, on the basis of which the anthropogenic impact is estimated.

The work was carried out under the scientific guidance of Candidate of Geo-Mineralogical Sciences O.V. Anisimova at the Department of Ecology and Earth Sciences of the State University "Dubna".

Keywords: DDZ, Space images, the north of the Moscow region, GIS, Multispec, QGIS.

References

1. *Gubin V.N.* Remote sensing methods. – Mn.: Textbook. Allowance. 2006. 127 p. (In Russian)
2. Geoinformation portal of the GIS Association – Landsat. Electronic resource: <http://www.gisa.ru/3122.html> – Access mode: free. Date of appeal: 05.04.2019. (In Russian)
3. MultiSpec exercise: Supervised classification. – Electronic resource: https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/tutorials/MultiSpec_Exercise_4.pdf. Access Mode: Free. Date of appeal 12.02.2020. (In English)
4. An introduction and reference for MultiSpec. – Electronic resource: https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/MultiSpec_Intro_9_11.pdf. Access Mode: Free. Date of appeal 15.02.2020. (In English)
5. GIS-Lab: Processing of multi-zone satellite images in MultiSpec. – Electronic resource: http://gis-lab.info/qa/multispec-sat.html#cite_note-Ref01-0. Access Mode: Free. Date of appeal 15.12.2019. (In English)
6. *Kochurov B.I.* Ecodiagnosics and balanced development: a Training manual. – Moscow-Smolnsk: Magsnta, 2003. – 384 p. (In Russian)