ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И МОНИТОРИНГ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЕВЕР МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ КС

А. Б. Спиридонова, О. В. Анисимова

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области

«Университет «Дубна», г. Дубна

naspiri@yandex.ru, ol_anisimova@mail.ru

Аннотация. В данной работе проводится анализ геоэкологической обстановки севера Московской области и в г. Дубна на основе дистанционных методов зондирования.

Данные, полученные в ходе изучения космоснимков и различных географических материалов, были обработаны в системе Quantum GIS. На их основе был проведен ландшафтно-индикационный метод дешифрирования, выделены геологические слои, линеаменты, кольцевые структуры, наглядно показывающие геоэкологическую обстановку на рассматриваемой территории, а также созданы различные векторные слои для выявления динамики за 10 лет. Рассмотрены стратегически важные объекты в г. Дубна. Подготовлены экологические паспорта севера Московской области.

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

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.

Космические снимки – как первичный источник оперативной информации – лежат в основе создания современных геоинформационных систем и тематических карт. Карты, созданные на базе космических снимков, легче поддаются совместному анализу, а совмещение слоев информации – необходимое условие решения большинства прикладных задач. Объем информации, которую можно считать со снимка зависит от знания местности, научной подготовленности, накопленного опыта дешифрирования.

С появлением космических снимков стало возможным проводить изучение и картографирование природных ресурсов комплексно. Теперь есть возможность составлять одновременно на одну и ту же территорию целую серию разнообразных по тематике карт.

Одним из наиболее значимых результатов составления тематических карт на основе дешифрирования космических снимков является совершенствование рисунка изображаемых явлений. На картах, создаваемых непосредственно по снимкам, его тонкости удастся передать лучше, чем на картах, создаваемых путем генерализации содержания других карт, или при использовании не картографических источников информации. Расширился спектр инвентаризационных и оценочных карт (карты использова-

ния земель, состояние пастбищной растительности, лесов и т.д.). Их содержание стало более достоверным и отвечающим современному состоянию. А также появились возможности изучения динамики многих геоэкологических процессов и явлений, причем не только быстротечных, но и таких, где смена фаз развития явлений длится веками. Любое управление невозможно без прогноза, а всякий прогноз связан с изучением динамики. Наблюдения за динамикой быстротечных процессов возможны при наличии частых повторных съемок и создаваемых по ним оперативных карт [3].

Для получения информации о новейших геологических структурах, обладающих активностью в наши дни, используются дистанционные методы. Среди различных объектов на космических снимках, топографических картах и других материалах дистанционного зондирования наиболее четко выражены новейшие, т.е. неоген-четвертичные и современные тектонические элементы и созданные ими формы рельефа. Поэтому важной задачей, решаемой с помощью дистанционных методов, является выявление разномасштабных неотектонических форм и зон нарушений, а также их пространственных взаимоотношений [1].

Применение линеаментного анализа как базового метода геоэкологического дешифрирования может внести существенный вклад в процесс изучения экологических функций литосферы в целом и ее отдельной структуры в частности, что безусловно будет способствовать разработке моделей устойчивого развития исследованных территорий. Несомненный интерес представляет анализ систем линеаментов по КС в пределах равнинно-платформенных областей.

В этих структурно-геологических условиях линейные элементы фиксируют разрывы, флексурно-разрывные дислокации, зоны трещиноватости и иные зоны повышенных деформации и проницаемости литосферы, которые отражены на поверхности Земли разнообразными линейными элементами морфоструктуры и ландшафта [4].

Выявленные методами дистанционного зондирования кольцевые структуры, представляют собой геологические тела различного генезиса, возраста, размера, сложности внутреннего строения, глубины заложения и разного значения, характеризующиеся наличием центра симметрии в сечении этого тела или структуры. Интерес к кольцевым структурам вызван не столько тем, что благодаря космическим снимкам кольцевые структуры стали устанавливаться повсеместно, а главным образом потому, что более чем к 70 % из них приурочены различные виды полезных ископаемых [2].

На севере Московской области уникальной является территория наукограда Дубна. Здесь на пересечении рек Волги, Дубны и Сестры расположены стратегически важные искусственные геоинженерные объекты: ГЭС, Ивановское водохранилище, плотина. А также предприятия и организации, играющие важную роль в жизни России и мира: Объединенный институт ядерных исследований; НИИ «Атолл», Машиностроительное конструкторское бюро «Радуга», Дубненский машиностроительный завод им. Березняка, Особая экономическая зона технико-внедренческого типа «Дубна».

Для установления внутреннего строения земли по средствам косвенных данных, и выявления негативных процессов, которые могут развиваться в результате эксплуатации стратегически опасных объектов, для изучения динамики – были подобраны космические снимки со спутников *Landsat-5*, *Landsat-7* и *Landsat-8*, которые хорошо подходят для целей дешифрирования и получения информации об объектах.

Для получения бесплатных многозональных космических снимков воспользовались услугами сервера Геологической Службы США *USGS Earth Explorer*: <http://glavis.usgs.gov/>. На этом портале содержится большая коллекция космических снимков, выполненных разными аппаратами с начала 70-х годов прошлого века по сегодняшний день.

Космические снимки *Landsat*, представляют собой набор изображений территории съемки, выполненных в разных зонах спектра. В названии изображений (например, *LE07_L1TP_179020_20160822_20161021_01_T1_B1*) закодированы – поколение спутниковой системы (*LE07*), номер колонки (*L1TP*) и строки (179020) сцены, год (2016), месяц (08) и день съемки (22), дата изменений (2016 года 8 месяца 21 числа)

и номер канала съемки (*B1*). Файлы находятся в формате *TIF*. В комплект сцены входит файл (*LE07_L1TP_179020_20160822_20161021_01_T1_MTL.txt*) с дополнительной служебной информацией. Для разных сцен структура названий файлов может различаться.

В результате были получены снимки 2007 и 2016 года, сделанные летом. Диапазон снимков был выбран таким образом, чтобы учесть схожесть климатических условий разных лет. Август 2007 и 2016 годов характеризовался большим количеством теплых дней, небольшим количеством осадков, среднемесячная температура по годам составила + 17,5 С и 19,5 С соответственно.

Все особенности снимка – характер его тона, цвета, их изменения, формы, рисунка и структуры изображения, наличие тени – отражают те или иные свойства объектов – признаки изображения по которым он распознается или так называемые дешифровочные признаки. Использование этих признаков дешифрирования характерно для изучения на снимках населенных пунктов, дорог, растительности, водоемов, облачного и снежного покровов. Затруднения могут быть связаны лишь с изменчивостью этих признаков в зависимости от условий съемки и состояния объектов, а также по причине сходства изображения на снимках различных объектов.

С целью повышения достоверности результатов дешифрирования, для устранения возможных ошибок из-за сходства изображения на снимках на следующем этапе был произведен синтез каналов в программе *Multispec* для дальнейшего дешифрирования территории. Для того чтобы получить мультиспектральный снимок, объединяющий в себе нужные для обработки каналы в программе *MultiSpec* предусмотрена процедура объединения многоканальных данных в единый файл.

В результате объединения отдельных каналов мы получили многоканальный файл, отображаемый в трехцветной палитре, для изучения каждого объекта с учетом его яркостных спектральных характеристик, в каждом их диапазонах спектра в том или ином канале (рис.1).

Многие природные объекты непосредственно на снимках не отображаются. К ним относятся горные породы и почвы в заселенных районах, разломы земной коры, мелкие формы рельефа, а также подземные коммуникации и засыпанные овраги. В то же время эти объекты могут влиять на расположение и особенности видимых объектов. Так разломы земной коры приводят к изменениям рельефа. Горные породы вдоль разломов могут быть сильно увлажнены, что повлечет за собой появление влаголюбивой растительности. На песчаных отложениях часто вырастают сосновые боры, а на глинистых – ельники.

Рис. 1. КС обработанные в программе MultiSpec

Таким образом, на следующем этапе было проведено ландшафтно-индикационное дешифрирование. Ландшафтная индикация определяет геологические, гидрогеологические, гидрологические, почвенные и климатические условия, последствия деятельности человека по внешнему облику ландшафта, по отдельным его составляющим, его компонентам и входящим в них элементам (растениям, формам рельефа и т.д.).

При дешифрировании космических снимков природных комплексов оперируют прямыми дешифровочными признаками и их сочетаниями, и косвенными признаками (индикаторами).

В результате, изучаемая территория была разделена на зоны, в которых были выделены: леса, поля, антропогенная деятельность, водохранилище, реки, дороги, стратегически важные объекты.

Дистанционные методы обеспечивают уникальные возможности оперативного сбора данных по состоянию природной среды в любом масштабе и с высоким временным разрешением. Специфика использования материалов связана с целевым подходом к дешифрированию космических снимков, которые содержат информацию о всех (геологических, экологических и др.) параметрах природной среды. Решение этой задачи возможно только на базе современных технологий тематической обработки космических снимков с использованием ГИС-технологий. Успешная работа ГИС зависит от двух основных факторов: от качества исходной информации, степени совершенства тематических карт (их точности, достоверности, полноты

содержания) и полноты их набора, а также от степени совершенства теоретической модели, описывающей рассматриваемый процесс.

С целью создания единой геоинформационной системы и повышения достоверности полученных данных была осуществлена подборка разноматричной растровой и векторной информации, а далее эта информация была интегрирована в геоинформационную систему на базе платформы QGIS.

С применением дистанционных методов для изучения геоэкологических особенностей территории была создана актуальная ГИС система, которая содержит 95 слоев различной тематической информации, в том числе топографическую, геологическую, почвенную, сведения о растительности, динамическую, сведения о стратегически важных объектах гражданского назначения и прочее. В результате было установлено, что на изученной территории геоэкологические условия достаточно благоприятны: равнинный рельеф, где возвышенные участки моренных равнин и невысоких гряд сочетаются с обширными слабохолмистыми водно-ледниковыми или плоскими озёрно-ледниковыми и аллювиальными низинами. С точки зрения тектонических движений территория стабильная. Геологическое строение территории представлено каменноугольными известняками, юрскими глинами, меловыми песками и четвертичными моренными и водно-ледниковыми отложениями: суглинками, супесями, глинами, песками (рис 2). Фундамент находится

на глубине полторы тысячи метров, представлен гранита-гнейсами, строение достаточно сложное. Изучаемая территория располагается в зоне влияния крупных тектонических разломов кристаллического фундамента, одним из проявлений которых предположительно является русло реки Волга.

При дешифрировании КС были выявлены грубые нарушения при строительстве коттеджных поселков в пределах СЗЗ в деревнях Устье-Стрелка и Филиппово, расположенных на берегу реки Дубна.

По дистанционным данным выявлена динамика с 2007 по 2016 гг. на изучаемой территории. Территория была изменена в качественном и количественном соотношении по следующим параметрам: городская застройка, коттеджи и дачные участки, поля различного назначения, растительный покров в пределах городской застройки или дачных участков. Общее изменение динамики за 10 лет не превышает 2 % в количественном соотношении и 5 % в качественном (рис 3).

Рис. 2. Геологическое строение севера Московской области

Рис 3. Карта динамики

Также для севера Московской области (Дубненский и Талдомский район) был создан экологический паспорт, позволяющий более детально отразить экологическую обстановку по следующим параметрам: общие сведения, географические характеристики, климат, геоморфологические характеристики, экономика, экологические характеристики (характеристика зеленых насаждений, характеристика почв, гидрогеографические характеристики, объекты негативного воздействия на окружающую среду, животный мир, полезные ископаемые, мероприятия по охране окружающей среды, особо охраняемые природные территории).

В ходе исследования были выявлены особенности данной территории. Город Дубна относится к городам с благополучной экологической обстановкой. Дубна располагается на крайнем севере Московской области в районе, куда не достигают преобладающие ветры, дующие через Москву. Большое влияние и, в целом, положительное на общее экологическое состояние оказывает Иваньковское водохранилище – крупный водоем. В городе отсутствуют промышленные предприятия, способные сильно загрязнять атмосферу, воду и почвы. На территории города существуют проблемы с возрастающим транспортным потоком, изменением уровня грунтовых вод, возгоранием в летнее время торфяников, влиянием на ландшафт усиливающегося техногенного воздействия, наличием несанкционированных свалок.

Экологическую обстановку на территории города Дубна в целом можно охарактеризовать как благоприятную для населения, растительного и животного мира [5].

Талдомский район является одним из наиболее экологически чистых регионов Центральной России. 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. Район обладает весьма значительными запасами леса; здесь ведутся промышленные рубки.

Талдомский район относится к Верхневолжскому природно-ресурсному комплексу. Территория Талдомского района заболочена, слабо расчленена, плохо дренирована. Плоский рельеф, близкое залегание к поверхности морены, значительное количество озер, оставшихся от ледника и превратившихся впоследствии в болота, создали условия для заболачивания.

По землям района протекают достаточно чистые реки Дубна и Хотча, впадающие в Волгу. Весьма велики запасы подземных вод, и существует проект их добычи и переброски в Москву, что может резко сказаться на состоянии природы как в самом районе, так и за пределами. В районе добывается 6,3 млн. куб. м воды в год. На промышленные нужды используется 720 тыс. куб. м воды питьевого качества. После использования на территории района сбрасывается 4,7 млн. куб. м сточной воды в год, из них: нормативно чистой 130 тыс. куб. м, недостаточно очищенной 4,3 млн. куб. м.

Вызывает беспокойство возможное высыхание клюквенных болот, весьма распространенных в районе, и связанное с ним усыхание прилегающих лесов. Видимое ухудшение состояния природных ландшафтов явилось следствием резко возросшего наплыва сезонных жителей и отдыхающих на лесные массивы. В следствии чего возрос уровень загрязнения отходами, шумового воздействия и выбросов в атмосферу.

Экологическая обстановка на территории характеризуется как благоприятная для проживания населения. Медико-экологические показатели удовлетворительные. Загрязнения локальны, в пределах допустимого. Природные экосистемы чувствительны к техногенным нагрузкам, но сохранили большой природно-ресурсный потенциал для самовосстановления и очищения [6].

Список литературы

1. Анисимова О.В. Линеаменты, и новейшая тектоническая структура Иваньковского водохранилища и его окрестностей. – Д.: Международный ун-т природы, о-ва и человека «Дубна», 2004, – 221 с.
2. Губин В.Н. Дистанционные методы зондирования. – Мн.: Учебное Пособие. 2006. 127 с.
3. Корчуганова Н.И. Аэрокосмические методы в геологии. – М.: Геокарт: ГЕОС, 2006. – 244 с.
4. Полетаев А.И. Линеаментный анализ- один из основных дистанционных методов геоэкологического дешифрирования. – Д.: Международный ун-т природы, о-ва и человека «Дубна», 2006, – 168 с.
5. Баши С.Г., Буланов М.И., Григорьева И.Л. и др. Введение в Экологию. Город Дубна – история и экология. – Дубна: Изд-во университета Дубна, 2001. – 164 с.
6. Макаров О.А. Оценка экологического состояния почвенно-земельных ресурсов и окружающей среды Московской области – М: РАЕН. – 2014.

GEO-ECOLOGICAL ESTIMATION AND MONITORING OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE NORTH OF MOSCOW REGION BASED ON SPACE SHOT.

A.B. Spiridonova, O.V. Anisimova

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

Abstract. In this paper the geo-ecological situation in Dubna is analyzed on the basis of remote sensing methods. The data obtained during the study of space images and various geographical materials were processed by the Quantum GIS system. On their basis, a landscape-indicator method of deciphering was used, geological layers, lineaments, ring structures, clearly showing the geo-ecological situation on the territory under consideration were defined, and also various vector layers were created for the detection of changes over 10 years. Strategically important objects in Dubna were considered. Ecological passports of the north of the Moscow region have been prepared.

Key words: DDZ, Space images, the north of the Moscow region, GIS.

References

1. *Anisimova O.V.* Lineaments, and the newest tectonic structure of the Ivankovo reservoir and its environs. – D.: International University of Nature, Islands and Man "Dubna", 2004. (In Russian)
2. *Gubin V.N.* Remote sensing methods. – Mn.: Training Manual. 2006. (In Russian)
3. *Korchuganova N.I.* Aerospace methods in geology. – Moscow: Geokart: GEOS, 2006. (In Russian)
4. *Poletaev A.I.* Lineament analysis is one of the main remote methods of geoecological interpretation. – D.: International University of Nature, Islands and Man "Dubna", 2006. (In Russian)
5. *Basha S.G., Bulanov M.I., Grigorieva I.L.* Introduction to Ecology. The city of Dubna – history and ecology. – Dubna: University of Dubna, 2001. (In Russian)
6. *Makarov O.A.* Assessment of the ecological state of soil and land resources and the environment of the Moscow Region-M: RANS. 2014. (In Russian)