

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 9, №1 (2017) <http://naukovedenie.ru/vol9-1.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/17EVN117.pdf>

Статья опубликована 19.02.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:

Пинаев В.Е., Михеева А.И. Оценка отходов и накопленного экологического ущерба по материалам дистанционного зондирования Земли при проведении оценки современного состояния окружающей среды // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №1 (2017) <http://naukovedenie.ru/PDF/17EVN117.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 330.15

Пинаев Владимир Евгеньевич

Российский университет дружбы народов, Россия, Москва¹
Доцент кафедры «Прикладной экологии»
Кандидат экономических наук
E-mail: pinaev-ve@mail.ru

Михеева Анна Игоревна

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, Москва
Географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, лаборатория аэрокосмических методов
Научный сотрудник
Кандидат географических наук
E-mail: arvin2@yandex.ru

**Оценка отходов и накопленного экологического
ущерба по материалам дистанционного зондирования
Земли при проведении оценки современного
состояния окружающей среды**

Аннотация. Настоящая статья посвящена вопросу применения материалов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) для оценки накопленного экологического ущерба территорий. Показано, что с помощью аэрокосмических снимков возможно эффективно выявлять и оценивать результаты прошлой хозяйственной деятельности добывающей, горнодобывающей, обогатительной и обрабатывающей промышленности; результаты загрязнений и размещения отходов. Также методы дистанционного зондирования земли, при дешифрировании, могут быть использованы для идентификации нефтяного загрязнения, путей стока загрязненных вод, загрязнения водных объектов - береговых линий и русел, гарей и вырубок (степени их восстановления), аварийного состояния линейных и площадных объектов, опасных геоморфологических процессов, подтопления дорог, заболачивания и т.д. В статье приведены расчеты стоимости данных дистанционного зондирования земли (аэрофото и космическим снимкам). Сделан вывод о целесообразном применении обоих типов снимков для целей локализации объектов накопленного экологического ущерба, однако для малых территорий, в ценовом отношении применение аэрофотоснимков может быть предпочтительным по цене.

¹ 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Ключевые слова: аэрофотосъемка; космическая съемка; дистанционное зондирование; накопленный экологический ущерб; дешифрирование; оценка современного состояния окружающей среды

Введение

При проведении инженерно-экологических изысканий для оценки современного состояния окружающей среды (ОССОС) уделяется внимание, в том числе, вопросам отходов [1] от прошлой хозяйственной деятельности и, как следствие, вопросам накопленного экологического ущерба [2]. «Экологический ущерб (вред) - негативные последствия, вызванные загрязнением окружающей среды, утратой и истощением природных ресурсов, разрушением экосистем, создающие реальную угрозу для здоровья человека, растительного и животного мира, а также для материальных ценностей»².

Данные об отходах могут быть востребованы при принятии управленческих решений, например, при размещении жилых объектов [3] и оценки состояния предприятия или территории в рамках экологического аудита [4]. Помимо информационной функции, например, о факте наличия загрязнения, подобные материалы могут быть внедрены в модели систем поддержки принятия управленческих решений, в том числе с помощью когнитивного моделирования [5].

Данная статья посвящена исследованию вопроса о целесообразности и доступности применения данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для оценки накопленного ущерба.

Данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)

В последние десятилетия данные ДЗЗ всё чаще служат источником информации о местах размещения отходов [6, 7]. Применение дистанционного зондирования Земли, вероятно, будет осуществлено в практической деятельности Министерства природных ресурсов РФ в надлежащем масштабе³.

Из всего многообразия данных ДЗЗ при проведении работ для ОССОС, в основном, применяются аэро и космические снимки. [8, с. 45].

Аэрофотосъемкой (АФС) называется вид съемки, производимой с летательных аппаратов - самолетов, вертолетов и т.п. с высоты от сотен метров до десятков километров⁴. Особенности АФС заключаются в следующем:

- фотографирование производится в полете;
- снимки, как правило, имеют небольшое отклонение от надира;

² ГОСТ Р 54003-2010 Оценка прошлого накопленного в местах дислокации организаций экологического ущерба. Общие положения // Информационно-справочная система «Техэксперт: Интранет».

³ Применение данных дистанционного зондирования Земли может стать активным инструментом в контрольно-надзорной деятельности (Новости МПР РФ) [Электронный ресурс] http://mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=143602&sphrase_id=1685382 (дата обращения 16.10.2016 г.).

⁴ Аэрофотосъемка // Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А.М. Прохоров. - 3-е изд. - М.: Советская энциклопедия, 1969-1978.

- съемкой покрывается значительный участок местности без пропусков и с некоторым наложением снимков друг на друга для последующего монтажа фотосхемы.

В этой связи для АФС необходимы специальные фотоаппараты - аэрофотоаппараты (АФА), способные компенсировать сдвиг изображения и обеспечить достаточную для дешифрирования резкость снимка, а также требуется применение специальных устройств, обеспечивающих строго горизонтальное положение АФА в процессе фотографирования.

АФС обычно выполняют с борта легких самолетов (АН-2, ЛА-5 и др.), оборудованных фотолюком и аэрофотоаппаратурой.

Аэрофотоснимки - высокоинформативные дистанционные материалы. С их помощью можно получить достоверную информацию о рельефе и геоморфологических процессах, растительном покрове, гидрографии, техногенных нарушениях территории и др. Анализируя стереопару аэрофотоснимков при помощи специальных оптических устройств для получения объемного изображения, можно оценивать глубину карьеров или высоту древостоя. Аэрофотосъемка является надежной основой для тематического картографирования. Как любое фотографическое изображение, аэрофотоснимок обладает очень высокой достоверностью, однако требует актуализации спустя время.

При невозможности проведения или получения готовой АФС на территорию, для которой проводится ОССОС, прибегают к любительской аэрофотосъемке с вертолета с помощью цифровой фотокамеры высокого разрешения [8]. Подобной съемкой возможно покрыть локальные территории - ключевые (типичные) участки фоновых территорий, редкие сообщества или объекты, техногенно-нарушенные участки (точечные и линейные).

Такая съемка выполняется, например, через нижний люк вертолета МИ-8 с фиксированной высоты (оптимально в диапазоне 300-400 м) по возможности строго вертикально. Вертикальность положения камеры можно проверять с помощью прикрепленного к ней гироскопа или уровня. Подобная съемка, конечно, имеет значительные отличия от профессиональной АФС. Снимки, полученные таким способом, считаются панорамными, поскольку невозможно вручную обеспечить строго горизонтальное положение камеры. В большинстве случаев по таким снимкам трудно точно определить масштаб съемки - он может варьировать в зависимости от высоты. Удобнее всего это делать по объектам с известными размерами, как правило, техногенным - балкам, машинам и т.п.

Космические снимки - это результат съемки с искусственных спутников Земли и космических кораблей. Они служат одним из главных источников информации о территории планеты и применяются для изучения природных ресурсов, решения множества задач топографического и тематического картографирования, а также мониторинга окружающей среды [9].

Космические снимки различаются:

- по спектральному диапазону съемки: оптическая, инфракрасная, радиолокационная;
- по пространственному разрешению: от сверхвысокого разрешения (менее 1 м) до низкого разрешения (более 1 км);
- по набору и количеству спектральных диапазонов, в которых ведется съемка: одноканальная (панхроматическая), мультиспектральная (съемка в нескольких диапазонах), гиперспектральная (более сотни диапазонов).

От типа съемки зависит количество и качество информации о природных и техногенных объектах, которую можно получить при дешифрировании, а также скорость и качество дешифрирования.

Космическая съемка в большинстве случаев является главной основой картографирования и составления геоинформационной системы (ГИС) на территорию объекта, важной информационной основой ОССОС, для любых, но особенно - для труднодоступных, малоизученных территорий. На сегодняшний день космическая съемка - единственный способ оперативно произвести анализ природной ситуации на достаточно большой территории. Но, несмотря на информативность космических снимков, они нуждаются в дешифрировании и привлечении дополнительных материалов: результатов полевых работ (полевое дешифрирование, комплексные описания), фондовыми картографическими и другими материалами.

Сравнение разновременных космических снимков, обработка их с помощью специальных программ, сопоставление их с топографической основой дает возможность достаточно полно оценить экологическое состояние и динамику опасных процессов на исследуемой территории.

Все эти работы направлены на выработку решений по оптимизации проектирования, строительства и обустройства объектов на исследуемой территории.

Выявление имеющихся техногенных объектов и нарушений ОС по материалам ДЗЗ

При дешифрировании возможно получить информацию о:

- наличии техногенных территорий - промплощадок, путей сообщения и др.;
- наличии пятен нефтяного загрязнения, путях стока загрязненных вод;
- состоянии водных объектов - загрязнении, изменении береговой линии и русел;
- горях и вырубках, степени их восстановления;
- аварийном состоянии линейных и площадных объектов, подтоплении дорог, термокарстовых процессах, заболачивании;
- опасных геоморфологических процессах - дефляции, эрозии, а также криогенных и гидрологических процессах;
- потенциально опасных участках для строительства и т.п.

Для дешифрирования техногенных и нарушенных территорий применяются как методы автоматического, так и визуального дешифрирования, с использованием таких дешифровочных признаков как цвет, тон изображения, форма объектов, а также их взаиморасположение.

При рассмотрении материалов съемки в разных комбинациях каналов возможна оценка возраста вырубок и объектов размещения отходов. Например, подобные мероприятия, направленные на выявление несанкционированных мест размещения отходов успешно осуществляются в Иркутской области [6] и Краснодарском крае [7].

Использование результатов дешифрирования материалов космической съемки и аэрофотосъемки на предварительном этапе можно выявить существенные отличия в состоянии местности, представленном на топокартах, от их реального состояния, которое показывают актуальные космические снимки.

Таким образом, по материалам ДЗЗ, еще до полевого обследования можно составить общую картину нарушенности территории и выявить основные объекты, подлежащие полевому обследованию. В дальнейшем результаты дешифрирования целесообразно

использовать в проектных решениях, поскольку эти данные позволяют оптимизировать прокладку линейных объектов, расположение площадок и т.п. как в инженерном, так и в экологическом аспектах.

Современная практика оценки накопленного экологического ущерба

В настоящее время отнесение объектов к накопленному экологическому ущербу (НЭУ) законодательно установлено в ГОСТе: «нанесенный в прошлом экологический ущерб; исторические загрязнения - последствия хозяйственной деятельности людей в местах дислокации предприятий и организаций, которая осуществлялась в прошлом и обусловила нынешнее загрязнение территорий, наносящих вред окружающей среде и препятствующих использованию их в коммерческих и хозяйственных целях»⁵.

Итогом влияния объектов НЭУ являются снижение качества жизни, повышение заболеваемости и смертности населения. Территориальное распределение накопленного экологического ущерба в Российской Федерации обусловлено сочетанием географических и природно-ресурсных аспектов, влияющих на размещение горнодобывающей, тяжёлой и перерабатывающей промышленности, военно-промышленного комплекса.

Следующие типы объектов НЭУ, могут быть выявлены с помощью материалов ДЗЗ:

- Результаты прошлой хозяйственной деятельности, добывающей и горнодобывающей, и обогатительной промышленности;
- Нефтедержащие загрязнения;
- Результаты прошлой хозяйственной деятельности обрабатывающей промышленности;
- Объекты размещения отходов.

Работы по оценке накопленного экологического ущерба, активно проводятся в России, например, для Арктических районов [10] и европейского севера России [11].

С помощью материалов ДЗЗ можно эффективно выявлять основные источники накопленного экологического ущерба, однако стоимость данных материалов, их обработки и получения базы данных для использования в ГИС и расчетах ущерба достаточно велика. Затраты на создание ГИС по накопленному экологическому ущербу по материалам ДЗЗ, а также сравнительные ценовые характеристики материалов ДЗЗ по открытым источникам приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Примерный перечень затрат на проведение дистанционного зондирования земли

Наименование мероприятия	Ориентировочная сумма, руб.	Источник информации
Аренда вертолета	1200000,00	АТМ Jet ⁶ , минимальная ставка за 10 часов работы и съемки 10 км ² (может варьироваться в зависимости от региона и типа вертолета в расчете для МИ-8)
Аэрофотосъемка	50000,00	Расценки приняты по сложившейся конъюнктуре в отрасли ⁷
Работы по дешифрированию аэрофотоснимков	80000,00	
Работы по созданию ГИС	80000,00	

⁵ ГОСТ Р 54003-2010 Оценка прошлого накопленного в местах дислокации организаций экологического ущерба // Информационно справочная система «Техэксперт: Интранет».

⁶ АТМ Jet [Электронный ресурс] <http://atmjet.ru/vertolyoty> (дата обращения 16.10.2016 г.).

⁷ Career. ru [Электронный ресурс] <https://career.ru/vacancy/17756207> (дата обращения 16.10.2016 г.).

Наименование мероприятия	Ориентировочная сумма, руб.	Источник информации
Оформление картографических материалов	30000,00	
Итого	1440000,00	

Источник: составлено автором

Таблица 2

Примерный перечень затрат на проведение дистанционного зондирования земли по космическим снимкам

Наименование мероприятия	Ориентировочная сумма, руб.	Источник информации
Приобретение космических снимков района	17500,00	Из расчета на 10 км ² по открытому источнику данных ⁸ 7-25 долларов США за км ²
Работы по дешифрированию космических снимков	80000,00	Расценки приняты по сложившейся конъюнктуре в отрасли ⁹
Работы по созданию ГИС	80000,00	
Оформление картографических материалов	30000,00	
Итого	207500,00	

Источник: составлено автором

Из приведенных расчетов видно, что организация АФС в несколько раз дороже, чем покупка космических снимков. Вероятно, использование АФС может быть целесообразно в районах, для которых недоступны космические снимки, а также для небольших территорий. Еще более экономичным методом может считаться фотосъемка с помощью квадрокоптера¹⁰.

В целом, стоимость данных аэрофотосъемки и космической съемки, и работ по созданию ГИС на их основе пока не позволяет использовать такую стратегию повсеместно.

Из-за высокой стоимости данных аэрофотосъемки и космической съемки в условиях текущей экономической ситуации в стране многие предприятия не готовы финансировать подобные методы оценки накопленного экологического ущерба, тем более что нормативно и методически такой необходимости нет.

В свете вышеизложенного представляется целесообразным создание единой открытой базы данных (в объеме, в котором это не противоречит требованиям законодательства о государственной тайне в части публикации картографических материалов и документации по закрытым районам) для размещения в ней результатов всех проводимых аудитов, ИЭИ, ОВОС и материалов ДЗЗ. Подобная база данных сократит затраты на приобретение данных ДЗЗ, упростит принятие решений при проведении экологических аудитов [12], а также позволит значительно детализировать некоторые разделы проектов мероприятий по охране окружающей среды, например, раздел по атмосферному воздуху [13], в части влияния соседних объектов и реального фонового состояния территорий; раздел мониторинга [14]. Однако, такая база

⁸ CNews / Аналитика «В России обвал цен на космические снимки» [Электронный ресурс] http://www.cnews.ru/articles/v_rossii_obval_tsen_na_kosmicheskie_snimki (дата обращения 16.10.2016 г.).

⁹ Career. ru [Электронный ресурс] <https://career.ru/vacancy/17756207> (дата обращения 16.10.2016 г.).

¹⁰ Теодолит [Электронный ресурс] <http://teodolit.ru/page165421.html> (дата обращения 16.10.2016 г.).

данных может быть создана лишь при активной государственной поддержке, которая может выражаться как в принятии нормативных актов по ее созданию, так и в предложении некоторых финансовых льгот либо компенсаций, компаниям, разместившим в ней свои материалы.

Таким образом, можно сделать следующие **выводы**:

- использование данных ДЗЗ (аэро и космических снимков) эффективно при оценке накопленного ущерба;
- проведение работ по подготовке материалов ДЗЗ весьма затратно, причем организация АФС в несколько раз дороже, чем покупка и обработка космических снимков;
- в связи с этим, использование АФС может быть целесообразно для небольших районов, для которых недоступны космические снимки. В качестве альтернативного экономичного метода можно предложить фотосъемку с помощью квадрокоптера;
- для снижения высокой стоимости проведения оценки накопленного экологического ущерба представляется целесообразным создание единой открытой базы данных (с учетом необходимых ограничений) для размещения в ней в результатов проводимых аудитов, ИЭИ, ОВОС и материалов ДЗЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пинаев В.Е., Шахин Д.А. «Оценка современного состояния окружающей среды» // Интернет-журнала «Науковедение» №6 (19) выпуск ноябрь-декабрь 2013 режим доступа <http://naukovedenie.ru/PDF/197EVN613.pdf>.
2. Пинаев В.Е., Чернышев Д.А. «Анализ отечественной нормативно-правовой базы, регулирующей сферу экологического ущерба от прошлой хозяйственной деятельности» // Интернет-журнал «Науковедение» №5 (24) выпуск сентябрь-октябрь 2014 режим доступа <http://naukovedenie.ru/PDF/175EVN514.pdf>.
3. Дукарский О.М. Принятие решений с привлечением результатов космической деятельности // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 1, №4 (2014) <http://resources.today/PDF/04RRO414.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
4. Пинаев В.Е. Экологический аудит - вопросы обращения с отходами производства и потребления // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, №3 (2016) <http://resources.today/PDF/02RRO316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
5. Пинаев В.Е. Моделирование системы оценки проектов нефтегазовой отрасли на примере Ямало-Ненецкого автономного округа // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №4 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/51EVN416.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

6. Абросимов А.В., Никольский Д.Б., Шешукова Л.В. Использование космических снимков и геоинформационных технологий для мониторинга мест складирования отходов / Журнал «ГЕОМАТИКА» Изд. Совзонд №1 / 2013 стр. стр. 68-74 URL: <http://www.sovzond.ru/upload/iblock/261/2619da304dae11c8886ac21a33e67ca3.pdf> (дата обращения 13.10.2016).
7. Погорелов А.В., Дулепа С.В, Липилин Д.А. Опыт космического мониторинга свалок на территории Краснодарского края / Журнал «ГЕОМАТИКА» Изд. Совзонд №4 / 2013 стр. 64-71 URL: http://geomatika.ru/pdf/2013_04/2013_4_64-71.pdf (дата обращения 13.10.2016).
8. Пинаев В.Е., Шахин Д.А. «Оценка современного состояния окружающей среды в рамках экологического сопровождения проектов» М., МАКС Пресс 2013 216 с.
9. Дейвис Ш.М., Ландгребе Д.А., Ланженлауб Д.С., Ле Р.Ф. Сиева, Свейн Ф.Х., Филлипс Т.Л., Хоффер Р.М. Дистанционное зондирование. Количественный подход (перевод с английского) // М., Недра, 1983 г., 415 с.
10. Соколов Ю.И. Арктика: экология и экономика // Арктика: экология и экономика №2 (10), 2013 стр. 18-27 URL: [http://www.ibrae.ac.ru/docs/2\(10\)/018_027_АРКТИКА_2.pdf](http://www.ibrae.ac.ru/docs/2(10)/018_027_АРКТИКА_2.pdf) (дата обращения 13.10.2016).
11. Душкова Д.О., Евсеев А.В. Анализ техногенного воздействия на геосистемы Европейского Севера России // Арктика и Север. - 2011. - №4 (ноябрь). С. 162-195 URL: <http://narfu.ru/upload/iblock/673/16.pdf> (дата обращения 13.10.2016).
12. Пинаев В.Е. Экологический аудит в Российской Федерации - современные реалии Том 9, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/06EVN516.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
13. Ледацева Т.Н., Пинаев В.Е. Экспертиза нефтегазовых проектов - раздел охрана атмосферного воздуха // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №4 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/86EVN416.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
14. Пинаев В.Е. Ключевые аспекты подготовки раздела по экологическому мониторингу для государственной экологической экспертизы Том 9, №5 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/01EVN516.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

Pinaev Vladimir Evgen'evich

People's friendship university of Russia (RUDN University), Russia, Moscow
E-mail: pinaev-ve@mail.ru

Mikheeva Anna Igorevna

M.V. Lomonosov Moscow state university, Russia, Moscow
arvin2@yandex.ru

Evaluation of waste and accumulated environmental damage based on remote sensing data in environmental baseline studies

Abstract. The article is dedicated to the application of remote sensing data for assessment of cumulative environmental harm impact on the territories. Remote sensing data can effectively help in identification and assessment the results of past economic activities related to exploration, mining, enriching and processing industries, past pollution and waste disposal. Aerial and satellite images can be used for identification of oil pollution, ways of waste water discharge, water bodies pollution - coastal lines and river bed, burning areas and deforestation, critical conditions of linear and polygon objects, hazardous geomorphological processes, underflood of roads, swamping, etc. The article presents the calculations of the costs of remote sensing data (aerial and space images) that can be used for localization of cumulative environmental harm objects. Recommendations on the selection of both types of images are provided. According to the current prices using aerial photos are beneficial for small territories while the vast and remote territories are profitable to monitor by satellite imagery.

Keywords: aerial imagery; satellite imagery; remote sensing; cumulative environmental harm; image interpretation; environmental baseline assessment