

---

# ПАНДШАФТНАЯ ЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

© И.В. ХОЛОДИЛОВ

*holodilov@land.ru*

УДК 911:528.9

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И СОВРЕМЕННЫХ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ ОБЪЕКТОВ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА**

*АННОТАЦИЯ.* Основное внимание в статье уделено разработке научно-обоснованной методики геоэкологического картографирования для решения прикладных задач на основе современных методов исследования.

*SUMMARY.* The main attention in the article is paid to the development of science-based geo-environmental mapping techniques for applications based on modern research methods.

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.* Инженерно-экологические изыскания, ландшафты, аэрокосмические снимки.

*KEY WORDS.* Engineering and environmental surveys, landscapes, satellite pictures.

При строительстве и эксплуатации объектов трубопроводного транспорта долгое время превалировал подход, ориентированный на устранение возникающих отрицательных воздействий на природную среду, а не на предупреждение и детальное прогнозирование последствий хозяйственной деятельности. Экологический риск при данном подходе очень высок, экологическая ситуация развивается в спонтанном режиме, при этом возможен запуск необратимых вторичных процессов. Данный подход был характерен для всех предприятий нефтегадобывающей промышленности, что обусловлено ориентацией менеджмента на получение максимально быстрых экономических результатов, а экономические и экологические проблемы, как известно, лежат в разных плоскостях.

Разработка экологически обеспеченных проектов приводит к увеличению стоимости как собственно проектных, так и строительных работ. В то же время опыт эксплуатации объектов нефтяной промышленности показывает, что затраты на разработку и внедрение природоохранных технологий значительно меньше дальнейших затрат на ликвидацию потенциально возможных последствий аварийных ситуаций, экологических катастроф и штрафных санкций за нарушение природоохранного законодательства.

Наиболее эффективным, законодательно закрепленным инструментом обеспечения процесса проектирования объективной информацией об особенностях природной среды и экологической ситуации являются инженерно-экологические изыскания.

В 1996 г. введен в действие документ регламентирующий проведение изысканий — СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства» [1]. В развитие СНиПа были разработаны Своды Правил (СП), которые детализируют

цели, задачи и основные требования к различным видам изысканий, в частности, СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства» [2].

Градостроительный Кодекс РФ в ст. 47 закрепил необходимость выполнения инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства [3]. Постановлением Правительства №20 от 19.01.2006 г. утверждены Перечень видов инженерных изысканий и Положение о выполнении инженерных изысканий. Кроме того, в этом постановлении впервые инженерно-экологические изыскания отнесены к основным видам [4].

В дальнейшем Постановлением Правительства РФ от 05.03.2007г. был определен порядок организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий, а Приказом Минрегионразвития РФ от 30.12. 2009 г. №624 утвержден Перечень видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства [5], [6].

В настоящее время существует необходимость совершенствования методов экологических изысканий, которые отвечали бы современным запросам практики — проведения исследований в короткие сроки и с возможной минимизацией трудозатрат, без потери качества получаемых результатов.

Современные программные средства обработки данных дистанционного зондирования (ДДЗ) предоставляют широкие возможности увеличения производительности труда. С другой стороны, работами Тюменской школы прикладной ландшафтной экологии многократно доказана целесообразность включения в общую технологию работ ГИС-обеспечения проектирования объектов ТЭК разноплановой ландшафтно-экологической информации, способствующей повышению объективности результатов экологического обоснования хозяйственной деятельности. При этом подготовка ландшафтной основы — опорной ландшафтной информационной системы (ОЛИС) и процедуры различно-интегрированного ландшафтного синтеза предоставляют возможность формирования ландшафтно-экологических информационных систем (ЛЭИС), осуществления многопозиционного системного картографирования для решения проектных и мониторинговых задач [7], [8], [9].

Программный комплекс ENVI (ITT Visual Information Solutions) содержит наиболее полный набор функций для визуализации и обработки ДДЗ и их интеграции в геоинформационные системы. Программный комплекс включает спектральные библиотеки и возможности для выполнения спектрального и топографического анализа, анализа растительности и классификации изображений. Программный комплекс ENVI EX снабжен инструментом объектно-ориентированной классификации, позволяющим выделять объекты на изображениях с использованием спектральной информации, текстурного рисунка и пространственных характеристик. Принцип сегментации изображения, реализованный в программном комплексе ENVI, позволяет в полуавтоматическом режиме проводить тематическое дешифрирование снимков.

Результатом обработки космических снимков и полевых материалов является ландшафтно-экологическая карта современного состояния территории.

В обобщенном виде методико-технологическая схема картографирования сводится к следующему последовательному ряду операций:

- Формирование информационной базы, включающей государственные топографические, лесоустроительные, авторские тематические карты, данные

дистанционного зондирования. Геотрансформирование в единую систему географических координат.

- Формирование структуры рабочего проекта карты. Разработка макета карты. Создание векторных покрытий и структуры атрибутивной таблицы для внесения тематической информации.

- Векторизация гидрографической сети на основе топографических карт, при необходимости корректировка по аэрокосмическим материалам. Векторизация рельефа (горизонталей и отметок высот, урезов воды) для создания цифровой модели рельефа (ЦМР).

- Выявление и распознавание техногенных нарушенных земель на основе объектного дешифрирования аэрокосмических материалов. Векторизация опорной техногенной нагрузки, целенаправленно созданной в процессе хозяйственной деятельности человека. Векторизация сопутствующих и вторичных нарушений и очагов антропогенно активизированных экзогенных процессов.

- Выделение контуров конкретных природных комплексов морфотипов ландшафтной структуры (видов урочищ). Объединение конкретных ландшафтных комплексов (видов урочищ) в группы (типы урочищ) на основе общности местоположения, морфологической и биоценотической структуры. Определение связи видов урочищ с лимитирующими и структуроформирующими факторами и процессами и упорядочивание их на этой основе в типы местности.

- насыщение легенды сведениями о компонентах природных комплексов, данными топографических, геоботанических, инженерно-геологических и других карт.

- Ландшафтно-интерпретационное картографирование. На основе возвратного ландшафтного анализа с привлечением дополнительных источников разрабатываются тематические геоэкологические карты инвентаризационной, оценочной, рекомендательной направленности. Трансформирование контурной основы.

При анализе преимуществ данного подхода необходимо отметить, что исследования природной среды невозможно уложить в какой-то единый универсальный шаблон. Затраты на проведение экологических изысканий зависят от сложности ландшафтной структуры, расчлененности рельефа, мозаичности почвенно-растительного покрова и от множества других факторов. Но, тем не менее, можно выделить основные общие моменты. Прежде всего, необходимо разделять два вида экономических выгод — прямые и косвенные.

*Косвенные выгоды* оценить сложно. В этот блок включены возможные затраты на ликвидацию последствий аварийных ситуаций, экологических катастроф и штрафных санкций за нарушение природоохранного законодательства, которые могут возникнуть по причине отсутствия или недостаточного объема экологических исследований. Возможность уменьшения компенсационных выплат за ущерб природной среде за счет размещения производственных объектов на территориях с низким природно-ресурсным потенциалом. Но и выгоды, в том числе экономические, которые достигаются за счет позиционирования предприятия как экологически ответственной компании, реализации экологической политики предприятия, формирование положительного экологического имиджа.

*Прямые экономические выгоды* складываются за счет уменьшения сметной стоимости проведения инженерно-экологических изысканий через уменьшение объемов трудозатрат без потери качества выполняемых работ. Экономическая эффективность предлагаемого алгоритма достигается за счет следующих позиций:

- уменьшение числа видов маршрутных наблюдений и суммарной протяженности маршрутов при полевых исследованиях;

- уменьшение количества точек наблюдений при составлении комплексных карт на полевом этапе;
- уменьшение затрат на геоэкологическое картографирование через повышение производительности труда;
- оптимизация и повышение производительности труда на этапе дешифрирования ДДЗ на основе современных автоматизированных методов;
- уменьшение затрат по сбору, систематизации данных для картографирования зоны воздействия проектируемого объекта.

В соответствии со СНиП 11-02-96, СП 11-102-97 в составе инженерно-экологических исследованиях выделяются следующие виды работ: исследования растительного, почвенного покрова, животного мира, покомпонентное описание природной среды и ландшафтов в целом, характеристика состояния наземных и водных экосистем, источников и визуальных признаков загрязнения. Для выполнения перечисленных работ большинство специализированных предприятий закладывают маршрутные наблюдения с описанием точек наблюдений. При этом предусматриваются отдельно геоботанические, почвенные, ландшафтные, фаунистические и другие наблюдения, что приводит к увеличению протяженности маршрутов, большому количеству точек наблюдений, а как следствие — и сметной стоимости работ.

В нашем опыте проведения ИЭИ достаточно ландшафтных маршрутных наблюдений с комплексным описанием точек наблюдений и дешифрированием аэрокосмических материалов для построения базовой ландшафтно-экологической карты.

Спецификой экологических изысканий является проведение исследований не только в узкой полосе непосредственного расположения объекта, но и в зоне воздействия проектируемого объекта. В соответствии с РД-91.020.00-КТН-173-10 для линейных объектов зона воздействия составляет по 1 км в обе стороны от оси проектируемого объекта [10]. К примеру, при проектировании участка трубопровода длиной 100 км необходимо охватить исследованиями территорию площадью 200 км<sup>2</sup>. Таким образом, качественные исследования природной среды являются материально затратными и трудоемкими.

Уменьшение трудозатрат представляется возможным на основе комплексирования методов дешифрирования аэрокосмической информации и полевых ландшафтных исследований. При проведении полевых комплексных ландшафтно-экологических исследований в масштабе съемки 1:25 000 степень обеспеченности точками наблюдений для лесных заболоченных (от 20-40%) территорий по литературным данным составляет 1 точка на 0,4 км<sup>2</sup> [11]. На основе космической съемки высокого разрешения (WorldView, QuickBird, ALOS и др.) достаточно проведения детальных исследований на ключевых участках с заверкой дешифровочных признаков и индицирующей роли каждого компонента и дальнейшей экстраполяцией на территорию исследований. Следовательно, мы добиваемся существенного уменьшения точек описания (в несколько раз) без потери качества, а в ряде случаев (заболоченные пространства, застроенные территории и пр.) — значительно повышения объективности и детальности экологических исследований.

Предлагаемая методико-технологическая схема позволяет значительно повысить производительность труда за счет сокращения количества специалистов, занятых при подготовке тематических карт. Например, один специалист, обладающий фундаментальными географическими знаниями и навыками работы в геоинформационных системах, в состоянии подготавливать серию карт в мас-

штабе 1:25 000 в составе экологических изысканий в довольно короткие сроки (в зависимости от сложности природных условий 200 км<sup>2</sup> от 1 до 3 недель).

Трудоемкий процесс дешифрирования оптимизируется за счет внедрения автоматизированных методов обработки данных и сквозном применении геоинформационных систем.

Затраты на внедрение методико-технологической схемы при наличии специалистов включают в себя приобретение специализированного программного обеспечения (ArcGIS или MAPINFO, ENVI), и актуальной космической съемки. При этом стоимость космической съемки в последние годы значительно упала, а динамично развивающийся рынок материалов дистанционного зондирования предлагает все более совершенные продукты — мультиспектральные, «оперативные», высокоточные, радарные и другие виды съемок. К примеру, цена космических мультиспектральных снимков с максимальным на сегодняшний день разрешением (WorldView) составляет 20\$ за км<sup>2</sup>, а архивных материалов — до 14\$.

Опыт применения ландшафтно-экологического анализа при проведении инженерно-экологических изысканий доказал наибольшую эффективность использования методов тематического дешифрирования материалов дистанционного зондирования земли и полевых маршрутных изысканий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. М.: Минстрой России, 1997 г.
2. СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства. М.: ПНИИИС, 1997 г.
3. Градостроительный кодекс РФ.
4. Постановление Правительства РФ от 19.01.2006 г. №20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства»
5. Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 г. №145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий»
6. Приказ Минрегионразвития РФ от 30.12. 2009 г. №624 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства».
7. Козин В.В. Ландшафтный анализ в решении проблем освоения нефтегазоносных районов. Автореф. дисс. ... д-ра географ. н. Иркутск, 1993. 44 с.
8. Козин В.В., Кириллов А.В., Марьянских Д.М. Задачи ландшафтно-экологического обеспечения решения проблем природопользования // Александр фон Гумбольдт и проблемы устойчивого развития Урало-Сибирского региона: М-лы российско-германской конф. Тюмень, Тобольск, 20-22 сентября 2004 г. Тюмень: ИПЦ, Экспресс, 2004. С. 211-215.
9. Козин В.В., Холодилов И.В. Ландшафтно-экологический подход при комплексной оценке экологического состояния участков перспективного нефтегазового освоения на севере Западной Сибири // Вестник ТюмГУ. 2008. № 3. С. 234-240.
10. РД-91.020.00-КТН-173-10 Инженерные изыскания для строительства магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. М.: Гипротрубопровод, ПНИИИС, 2010 г.
11. Жучкова В.К., Раковская Э.М. Методы комплексных физико-географических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1997. 320 с.