

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО  
ЗОНДИРОВАНИЯ В КРУПНОМАСШТАБНОМ  
ЛАНДШАФТНОМ ПЛАНИРОВАНИИ**  
**(на примере коммунального ландшафтного плана Зеленоградского района  
Калининградской области)**

**Солодянкина С.В.**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН*  
[sveta@irigs.irk.ru](mailto:sveta@irigs.irk.ru)

До начала проведения ландшафтного планирования должны быть четко определены цели исследований, на основании которых определяются границы исследуемой территории. Крупномасштабное ландшафтное планирование целесообразно выполнять в границах административных муниципальных образований с целью дальнейшей интеграции ландшафтных планов в территориальные комплексные схемы градостроительного планирования развития субъектов РФ и их частей, в генеральные планы поселений и муниципальных образований. Результаты ландшафтного планирования могут быть использованы при планировании застройки территории. Для этого, согласно существующим требованиям охраны природы, территория рассматривается соответствующим образом с точки зрения, например, городского строительства: пересекаются ли и интересы охраны природы и ландшафта с другими интересами (например, обслуживанием жилой площади, развитием хозяйственных и промышленных районов). Должны ли требования охраны природы уступить в каком-либо случае или являются приоритетными. Для этого природные компоненты и ландшафт в целом анализируются специально компетентными специалистами согласно законодательству об охране окружающей среды и о землеустройстве, и в качестве результата представляются карты и текстовый отчет. Таким образом, ландшафтное планирование вносит вклад в обеспечение законодательно утвержденного права человека на благоприятную окружающую среду, содействует устойчивому развитию территории, защищает природные ресурсы.

Эффективность ландшафтных планов с точки зрения устойчивого развития территории зависит от их взвешенного внедрения в содержание законодательно утвержденных документов территориального планирования. Отсюда можно сделать вывод, что знания задач и методов составления обязательных планов (генеральные планы, территориальные комплексные схемы градостроительного планирования и др.) имеют существенное значение для ландшафтного планирования. Результаты ландшафтного планирования должны быть ценными и интересными для разработчиков законодательно утвержденных территориальных планов, так как именно ландшафтное планирование, как отраслевое планирование с целью охраны окружающей среды, указывает на существующие и ожидаемые природные блага, отражает конфликты природопользования и потенциалы развития. Таким образом, наличие ландшафтного плана является важным на этапе разработки территориальных планов. В связи с выше сказанным можно сформулировать направления дальнейшего развития ландшафтного планирования в России, для того чтобы заинтересовать потенциальных пользователей ландшафтных планов: повышение информативности, достоверности и доступности планов для общественности.

В ходе составления крупномасштабных ландшафтных планов (1:50000 – 1:5000) на инвентаризационном этапе используются материалы землеустройства, лесной таксации, государственных статистических данных, натурных обследований и других источников. В данной работе рассматривается целесообразность использования кроме вышеперечисленных источников, данных дистанционного зондирования (ДДЗ) на примере проекта «Коммунальное ландшафтное планирование Зеленоградского района Калининградской области». Проект выполняется совместно Техническим университетом

Берлина, Российским государственным университетом имени Канта, Институтом географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, с участием частных ландшафтно-планировочных организаций Германии. В качестве территории исследования выбрана территория Зеленоградского района (рис. 1), так как здесь в последние десять – двадцать лет наблюдается интенсивное развитие хозяйственной, в частности туристической деятельности, при этом градостроительная документация находится в стадии разработки, а также здесь располагаются ценные с экологической точки зрения ландшафты, которые находятся под угрозой уничтожения. Работы выполняются в масштабе 1:10000, что должно обеспечить применимость данных ландшафтного плана при составлении документации градостроительного планирования. В рамках проекта перед автором стоит задача оценить плюсы и минусы применения данных дистанционного зондирования для составления карты современного природопользования и карты видов и биотопов в рамках крупномасштабного ландшафтного планирования, сравнить результаты обработки снимка различными методами. В качестве заключительного этапа планируется провести оценку расхождений для участка карты, составленного автором посредством обработки космического снимка высокого пространственного разрешения, и участка карты, составленного на основе топографической карты экспертами Университета им. Канта.

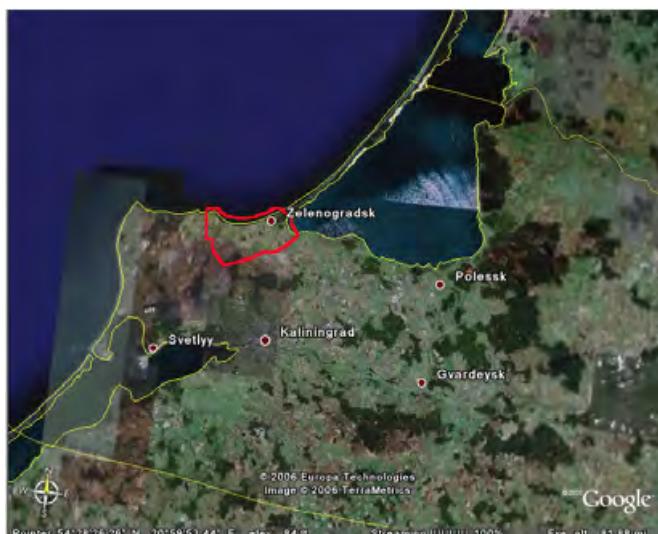


Рис. 1. Район исследования обозначен красной границей.

Карты современного землепользования, ландшафтов, видов и биотопов составляются на первом этапе (инвентаризация информации) наряду с другими картами природных компонентов. В качестве основы для картирования в этом случае могут быть использованы аэрофотоснимки либо космические снимки высокого пространственного разрешения (SPOT5 – 10 м, IKONOS - 4м, QUICKBIRD - 2,6м). Необходимо учитывать, что в России в настоящее время использование ДДЗ высокого пространственного разрешения ограничивается законодательством о государственной тайне. Снимки с разрешением выше двух метров считаются секретными и поставляются только через первый отдел учреждений. Для получения данных необходима копия лицензии ФСБ (при условии приобретения секретных данных). В договоре на покупку данных прописываются цели приобретения и если они картографические, то необходима копия разрешения территориального Геонадзора на проведение картографических работ. В связи с этим автором рассматривались только данные с пространственным разрешением ниже 2 метров. При выборе снимка для целей проекта учитывались следующие факторы: атмосферные характеристики в момент съемки, дата съемки, угол отклонения от съемки в надире, и минимальная площадь заказа по архивным данным. В настоящее время минимальная площадь заказа изображения QuickBird по архивным данным составляет 25 кв.км, IKONOS - 50 кв.км, SPOT5 – вся сцена. В ходе рассмотрения всех возможных вариантов для работы выбран снимок QuickBird от 22 мая 2006 года с облачностью 2 % и углом съемки с отклонением от надира 8 градусов (рис. 2).

Основные преимущества использования ДДЗ для составления карт: актуальность данных на момент исследования, высокая точность определения границ объектов, более высокий коэффициент объективности выделения объектов и отнесения объекта к определенному таксону. Кроме этого использование ДДЗ позволяет сократить объем наземных исследований, и таким образом сократить сроки исследования. Явным плюсом применения выше описанных технологий автоматического дешифрирования ДДЗ является доказуемость (прозрачность) получаемых результатов картирования.



Рис. 2. Пример изображения территории исследования со спутника QuickBird.

Кроме достоинств использования данных ДДЗ необходимо отметить и недостатки: высокая стоимость изображений, необходимость использования специального программного обеспечения (ERDAS IMAGINE, ENVI, ECognition (используется объектно-ориентированный подход), GRASS GIS (бесплатное программное обеспечение <http://grass.itc.it>), ArcView, ArcGIS и др.), а так же наличие навыков их применения. Для ретроспективного анализа изменения территории необходимо наличие данных одной съемочной системы за весь период исследования (табл. 1).

Таблица 1. Даты начала съемки и пространственное разрешение съемочных систем.

Спутник /сканер	Пространственное разрешение, м	Дата запуска
QuickBird	2,8	Октябрь 2001
IKONOS	4	Сентябрь 1999
Spot 5	10	Май 2002
IRS-1C, IRS-1D PAN	5,8	соответственно 1995 и 1997 годы
Монитор	8	Август 2005
ASTER	15	Декабрь 1999
Landsat-7	30	Апрель 1999

В случае если принимается решение об использовании ДДЗ в качестве исходной информации, то на следующем этапе выбираются методы дешифрирования и, в зависимости от этого, программное обеспечение.

Наиболее распространенный в настоящее время и давно используемый метод – визуальное дешифрирование снимка. В этом случае предполагается, что дешифрирование проводит эксперт, хорошо знающий особенности территории и свойства объектов, которые возможно непосредственно не выражены на снимке, но тем или иным образом связанные с набором признаков определяемых по снимку. В этом случае используются

прямые (непосредственно отображающиеся в виде набора характеристик дистанционного изображения), косвенные (непосредственно не выраженные на поверхности, но связанные с набором прямых признаков), а также контекстуальные (выявляющиеся для дешифрируемого объекта через анализ признаков его окружения) свойства объектов земной поверхности. Отнесение объекта к таксону происходит по набору нежестких правил, основанных на опыте дешифровщика. При использовании данного метода классификации изображения возможно сравнительно быстрое овладение навыками дешифрирования, а требуемое программное обеспечение является сравнительно широко распространенным (ArcGIS, ArcView). Но при этом возникает наиболее сложная проблема - оценка степени достоверности опорных признаков дешифрирования для текущего объекта. Кроме этого теряется спектральная информация снимка, и повышаются временные затраты на обработку снимка.

На первом этапе проведена визуальная обработка снимка. Для дешифровки использовались ключевые выборки, полученные в результате полевых «подспутниковых» работ. Составлено 37 геоботанических описаний в границах территории исследования (рис. 3) и на их основе выделены следующие типы биотопов, для проведения дальнейшей дифференциации изображения.

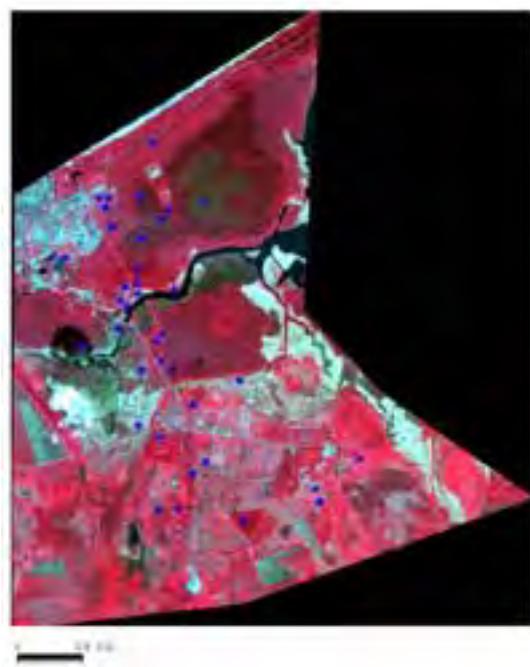


Рис. 3. Точки (обозначены синим цветом) проведения геоботанических описаний на территории исследования.

Леса: широколиственные, сосновые, влажные черноольшаники.

Луга и травяные заросли: низкотравные маловидовые заливные луга, богатые видами заливные луга, крупноосочники, заливные луга по берегам водоёмов.

Заросли кустарников и лесополосы: закустаренные луга, луга с отдельно стоящими группами деревьев, аллеи, лесополосы.

Прибрежные биотопы: песчаные отмели, песчаные пляжи (естественные и интенсивно используемые), зыбучая литоральная зона лагун, пояса тростника и высокотравных сообществ в прибрежной зоне, дюнные комплексы, биотопы междюнных понижений.

Болота: заболоченные черноольшаники, осоковые сообщества, камышовые сообщества, затопленные ивняки.

Сельскохозяйственные территории: пашни, огороды, пастбища.

Застроенные и промышленные территории: газоны и травяные площадки, парки, кладбища, сады, застроенные и промышленные территории, рудеральные местообитания.

Далее автором планируется провести классификацию изображения различными методами и оценить расхождения итоговых классифицированных изображений.

Один из методов - автоматическая классификация изображения. В настоящее время методы попиксельной классификации хорошо разработаны и широко используются. Используются прямые свойства объектов, непосредственно проявляющиеся на поверхности земли и отображающиеся в виде набора характеристик дистанционного изображения. Методы автоматизированной классификации с предварительным обучением способны оперировать также набором косвенных и контекстуальных признаков, но в рамках жестких правил, заданных на этапе обучения системы. Наиболее распространенное программное обеспечение: ERDAS IMAGINE, ENVI.

В последнее время широко исследовались возможности технологии обработки изображения на основе технологии нейронных сетей, которые комбинируют в себе методы экспертной обработки и автоматического попиксельного анализа изображения. Разработанные нейронные технологии обработки снимков нуждаются в предварительном этапе достаточно длительного итерационного экспертного обучения, что усложняет их применение по сравнению с предыдущими способами обработки. Кроме этого в настоящее время нет технологии переноса результатов обучения по одному изображению для обработки снимков даже одной съемочной системы без корректировки. Создано различное программное обеспечение с использованием этого подхода, например ScanEx-NeRIS.

В настоящее время активно разрабатываются технологии объектно-ориентированного дешифрирования изображений, в которых осуществлен синтез систем обработки данных дистанционного зондирования Земли (оперируют пространственными данными в растровом представлении) и геоинформационных систем (основное представление данных – векторное). Также в этом методе делается попытка учитывать пространственные отношения объектов и их геометрические характеристики, т.е. при построении базы знаний учитываются первичные, косвенные и контекстуальные признаки объектов на обрабатываемых изображениях. Коммерчески доступный инструмент объектно-ориентированного дешифрирования изображений – программа ECognition.

Кроме этого планируется провести так называемую гибридную классификацию - комбинация нескольких методов обработки изображений, когда например на первом этапе проводится автоматическая классификация без обучения (кластеризация), а затем, после анализа полученных классов, выполняется классификация с обучением для объектов, распределение яркостей которых далеко от нормального.

Для всех методов автоматической обработки изображения будет использоваться выше представленная классификация исследуемых объектов.

В каждом конкретном исследовании принимается решение о целесообразности и обоснованности использования ДДЗ. В настоящее время расширяются возможности использования ДДЗ, растет рынок снимков, и данная информация становится все более доступной. Можно предположить, что в ближайшее время использование ДДЗ при разработке ландшафтных и территориальных планов станет нормой, так как их применение повышает достоверность получаемых карт, а, следовательно, повышается возможность получения оптимальных, взвешенных территориальных планов.

Таким образом, внедрение новейших технологий пространственного анализа географических объектов на основе ДДЗ в методологию ландшафтного планирование повышает уровень достоверности результатов картирования, а, следовательно, повышает ценность материалов ландшафтного планирования как базы данных и знаний о природе и ландшафте для обязательного отраслевого и территориального планирования.