

**Е.Ю. Колбовский**

(ЦНИИП Градостроительства РААСН)

В 1980 г. окончил Ярославский государственный педагогический университет, в 1985 г. аспирантуру МГУ им. М.В. Ломоносова по кафедре ландшафтоведения. В настоящее время – руководитель отдела экологических изысканий ЦНИИП Градостроительства РААСН. Профессор, доктор географических наук.

**П.Н. Брагин**

(БТП «ЯРОЭО Ландшафт», Ярославль)

В 1980 г. окончил Ярославский государственный педагогический университет. С 2005 г. по настоящее время – ведущий специалист Бюро территориального планирования «ЯРОЭО Ландшафт». Кандидат географических наук.

## Применение данных дистанционного зондирования Земли для территориального планирования. Старые задачи и новые возможности

В настоящее время на территории Российской Федерации осуществляются работы по разработке градостроительной документации, призванной определить пространственные параметры жизни каждого гражданина на ближайшие 15-20 лет. Основой для разработки генеральных планов (ГП) городов и сельских поселений, а также схем территориального планирования (СТП) областей и краев, согласно замыслу законодателей должны стать современные цифровые (векторные) карты соответствующих масштабов, подготовленные с применением ГИС-технологий. Однако, складывается впечатление, что законодателей вовремя не уведомили о том, что в большинстве регионов РФ (за исключением двух столиц и крупнейших городов) информационные системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) отсутствуют либо находятся в начальной стадии формирования. По этой причине разработчикам на свой страх и риск приходится выполнять сложнейшие задачи по получению качественной и актуальной цифровой картографической основы, от эффективности решения которых зависит и качество ГП и СТП.

Схемы территориального планирования регионов и генеральные планы городов и поселений традиционно разрабатываются в конкретном картографическом масштабе. Например, генеральный план сельского поселения (крупное село и куст деревень вокруг с прилегающей межселенной территорией) обычно выполня-

ется на основе карт, созданных предприятиями ВИСХАГИ масштаба 1:10 000. Схема территориального планирования средней по размеру области составляется на основе топографической карты масштаба 1:200 000. Семантика этих картографических материалов (слои, объекты, атрибутивная информация, параметры) задается традиционными картографическими классификаторами, автоматически формируя некий базовый информационный уровень, достаточность и актуальность которого во многом определяет качество аналитической и проектной документации ГП СТП.

Между тем, используемые классификаторы при несомненных достоинствах (формализация, унификация, иерархия) обладают рядом существенных недостатков, среди которых можно указать внерегиональность, устарелость ряда параметров и атрибутов отдельных объектов, несовершенство выстроенного классификационного ряда (особенно в категориях, касающихся природных объектов и земельных отношений). Низкое качество и ущербность планировочных решений, легко обнаруживаемые в большинстве выполненных планов и схем, непосредственно связаны с невниманием к возможностям, открывающимся перед проектировщиками при использовании данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса.

Очевидно, что в современных условиях качественная и достоверная цифровая картографическая основа мо-



Рис. 1.  
Сравнение информативности  
топографической карты (а) и космического  
снимка с высоким разрешением (б).  
Наложение полупрозрачной топографической  
карты на космический снимок (в)

жет быть получена только при условии совмещения двух источников: традиционных бумажных карт соответствующего масштаба и данных ДЗЗ, иначе говоря, космических снимков. Сравнение информативности топографической карты (рис. 1а) и космического снимка с высоким разрешением (рис. 1б) выявляет заметные различия. Улучшение может быть достигнуто при наложении полупрозрачной топографической карты на космический снимок (рис. 1в), но и это лишь «полумера» для проектировщика, поскольку идеальный результат может быть получен только при использовании специальных программ.

В данной статье авторы, на протяжении ряда лет использующие в своей деятельности космические снимки, поставляемые компанией «Совзонд», хотели бы обратить внимание на уникальные возможности данных ДЗЗ в приложении к рабочим операциям территориального планирования. Ниже приве-

дем лишь несколько примеров, касающихся различных аспектов территориального планирования, связанных с элементарным визуальным анализом космических снимков высокого разрешения, не требующим использования специальных программных средств.

Одной из базовых операций генерального планирования городов и поселений является вычленение функциональных зон и подзон (общественно-деловой, производственной, жилой и иных, предусмотренных Градостроительным кодексом РФ). Для корректного осуществления данной процедуры (особенно в городах с историей) необходимо тщательно различать элементы «городской ткани» (морфотипы застройки). Характеристики различных типов «городской ткани» по данным ДЗЗ позволяет дифференцировать городские кварталы частного сектора (рис. 2а), так называемые, «хрущевки» (рис. 2б) и современные высотные жилые массивы

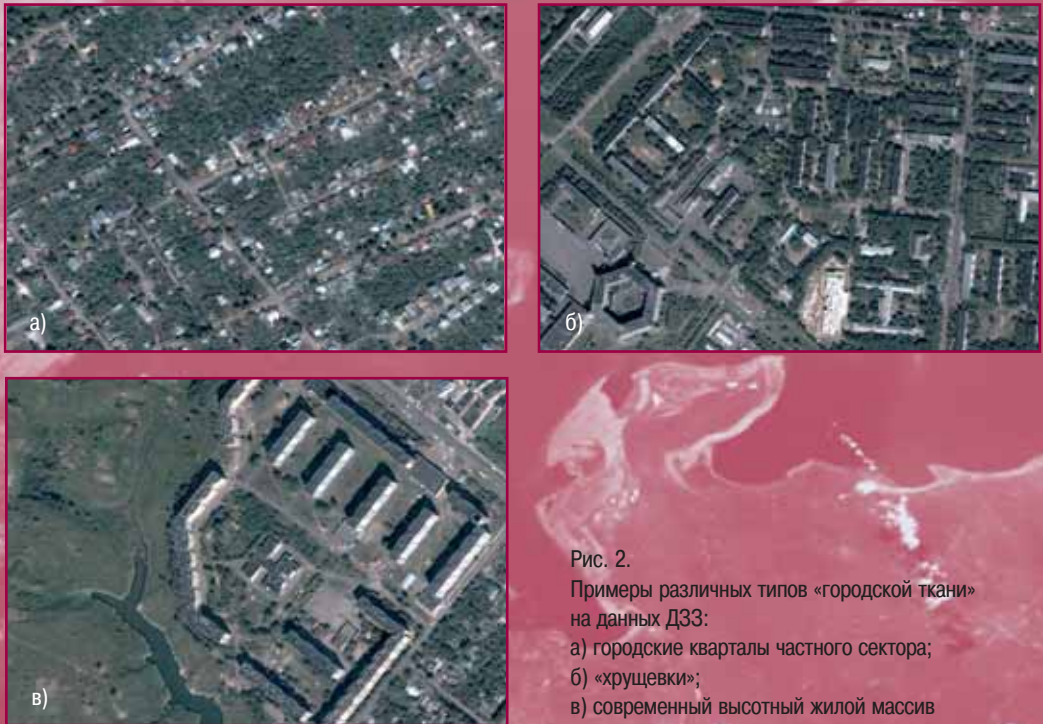


Рис. 2.  
Примеры различных типов «городской ткани»  
на данных ДЗЗ:  
а) городские кварталы частного сектора;  
б) «хрущевки»;  
в) современный высотный жилой массив

(рис. 2в) по таким важнейшим параметрам среды, как общая градостроительная нагрузка, соотношение озелененных ареалов с искусственными покрытиями, структура придомовых пространств и т. д. Городские морфотипы, отличающиеся размещением в пространстве квартала строений различного назначения, конструкции и этажности, служат основой функционального, строительного и ландшафтного зонирования. В российских городах со сложной градостроительной историей, переживших несколько освоенческих эпох (таких как Казань, Пермь, Ярославль, Тверь, Астрахань и Саратов), единственной надежной базой для корректного выделения морфотипов застройки являются космические снимки высокого разрешения, поскольку топографические карты могут быть информативны лишь для советских индустриальных поселков и новых городов с упрощенной микрорайонной структурой, включающей обычно не более двух-трех типов жи-

лых групп «серийных» домов. Корректное выделение морфотипов, в свою очередь, служит основой для разработки дифференцированных градостроительных регламентов, применяемых к различным подзонам (например, общественно-деловой, культурно-исторической или жилой).

Похожая задача возникает при анализе пригородов крупных городов или ареалов частного сектора сравнительно небольших поселений (впрочем, и в больших поселениях, усадебная, в том числе историческая, застройка может занимать до 30% площади). Стремление архитекторов рассматривать эти зоны в качестве статичных «довесков» к поселению, порой лишенных инженерной инфраструктуры и потому «неудобных» для планирования – результат профессиональной неготовности представителей архитектурно-планировочного цеха ставить и решать сложные проблемы регионального развития на языке проектных предложений.



Рис. 3.  
Изображение промзоны на космическом снимке

Внимательный анализ данных ДЗЗ, охватывающих такие ареалы, помогает обнаружить важные тенденции трансформации частной застройки, которые заключаются в обновлении строений, укрупнении размеров владений за счет слияния нескольких соседних, изменении характера «садово-огородной» хозяйственной нагрузки на более-менее отчетливо выраженную рекреационную. В свою очередь, дифференциация, фиксация и характеристика типов жилой среды позволяют определить пространственные тенденции «эволюции» городских окраин и пригородных зон. Становится очевидной правота ряда специалистов, еще 30 лет назад предсказавших распространение волн «нового» освоения, сопровождающихся превращением пригородных деревень в дачные поселки, а дачных поселков – в коттеджные «анклавы». Это обстоятельство заставляет по-новому определять функции территорий, особенно в условиях «конкурентного пресса» на землю и по-прежнему относительно рентабельного пригородного сельского хозяйства.

Особый аспект использования данных ДЗЗ связан с анализом производственных зон городов и поселений. Одной из процедур генерального планирования является разработка схемы ограничений и земель с

особыми условиями градостроительного развития. Содержание этой схемы составляют санитарно-защитные зоны различного класса опасности, зафиксированные с целью определения ареалов потенциального риска, которому подвергается население, проживающее в них. Основное затруднение, с которым сталкиваются проектировщики – отсутствие достоверных сведений о предприятиях и, главное, размерах и конфигурации занимаемых ими площадок. Произошедшие за последние два десятилетия события – изменение форм собствен-

ности, общий развал и перепрофилирование предприятий – привели к образованию крайне запутанной пространственной мозаики, состоящей из элементов складских, оптово-торговых объектов в смеси с рудиментами старого и «зачатками» нового промышленного производства. Эта картина дополняется незавершенностью (а в иных регионах абсолютной провальностью) процедуры формирования документов земельно-кадастрового учета. «Расчленение» промзоны любого российского города – непростая задача. В результате, зачастую, единственным способом оперативного «размежевания» производственных площадок является «взгляд из космоса» (рис. 3), позволяющий по набору косвенных признаков (фрагменты бетонных или металлических ограждений, воздушные линии электропередачи, «маргинальные» рядовые посадки деревьев и кустарников) все же зафиксировать с приемлемой точностью границы промплощадок и корректно выстроить схему санитарно-защитных зон группы производств. Зачастую именно этот анализ позволяет сформулировать проектно-планировочные предложения по выносу части производств, расселению жилых домов, оказавшихся в зоне риска, и т. д.

Серьезная тема использования данных ДЗЗ связана с оценкой инвестиционной емкости и градостроительной пригодности территорий нового освоения. Пространственно-композиционная ситуация градостроительной среды России такова, что в подавляющем большинстве наших городов возможности экстенсивного пространственного развития вширь уже исчерпаны, а незастроенные территории находятся в мемагистральных «клиньях» радиально-лучевой «розетки» города, где они сохранились, благодаря сложности геолого-геоморфологических и гидрогеологических условий. Следовательно, задача градостроительного развития по преимуществу предстает перед нами в виде реконструкции и освоения именно таких «неидеальных» зон. Традиционный комплекс наземных инженерных изысканий обычно не позволяет провести пространственную дифференциацию будущего участка строительства с определением действительно пригодной для застройки площади. Инвестор, поленившийся обратиться к новым методам, зачастую получает «кота в мешке» и выходит с проектами высотной плотной застройки на территории, в лучшем случае пригодные для возведения коттеджей и блок-секционных домов. Между тем, использование данных ДЗЗ вкупе с методами современной экологической геоморфологии позволяет выделить тончайшие элементы строения площадки любой сложности, оценить характер и степень развития неблагоприятных экологических процессов и, в итоге, провести пространственную дифференциацию потенциально возможной градостроительной нагрузки с последующим выходом на параметры инвестиционной привлекательности территории.

Широкие и еще не оцененные до конца возможности предоставляет планировщикам использование данных ДЗЗ для оценки автотранспортной нагрузки на города и поселения. Автотранспорт «повиновен» в значительной (в крупных городах – свыше 90%) доле загрязнения окружающей среды – изменении газового состава атмосферы, деформации акустического и вибрационного полей. Кроме того, существование автомобильного потока создает проблемы «проходимости» транспортных систем. Ранее для определения автотранспортной нагрузки приходилось проводить сложные трудозатратные и

дорогостоящие обследования транспортного потока на месте, сопровождающиеся подсчетом «машин/час» для всех наиболее значимых магистралей. В настоящее время имеется возможность оценки грузонапряженности с помощью все тех же космических снимков. Даже наличие единственного снимка позволяет решать задачу посредством несложного подсчета и последующей актуализации натурными наблюдениями на нескольких ключевых точках (для определения скоростных параметров и введения поправочных коэффициентов). Добавление же нескольких последовательных (сделанных через известный интервал времени) снимков снимает и эту необходимость – можно получать вполне корректные результаты в рамках чисто расчетной модели, определяя количество транспортных единиц, их скорость в пределах отрезков магистралей по космическому снимку. Данные ДЗЗ позволили лучше понять и еще одну существенную проблему, связанную с автотранспортом – проблему несанкционированных стоянок. Ежедневный поток автомобилей представляет собой «половодье» с двумя пиками – утренним и вечерним. В течение дня автомобили «выпадают в осадок», отставаясь в пределах деловых кварталов, при этом значительно ухудшая пропускную способность улиц, а заодно и все экологические параметры среды обитания. Анализ этой картины с помощью все тех же данных ДЗЗ позволяет выделить и дифференцировать функционально формы «отстоя» и «залипания» автомобилей, без чего невозможна последующая разработка проектных предложений по организации новых стоянок или регламентации пребывания автотранспорта в пределах делового общественного центра.

Неоценима роль космических снимков при разработке ландшафтных планов любого уровня, призванных защитить интересы природного комплекса города или района. В этой сфере планирования с анализом данных ДЗЗ связаны практически все рабочие операции, среди которых: вычленение природных экосистем и искусственных насаждений, оценка их состояния, определение степени и характера рекреационной нагрузки и многое другое. К сожалению, архитекторы «доцифровой» эпохи слишком долго находились в рамках понятий, задаваемых простой топографической картой. Отсюда, повторяемый с настойчивостью,



Рис. 4.

Снимок фрагмента распаханной лесостепи дезавуирует прежние представления о закономерностях развития эрозии

заслуживающей лучшего применения, прием по обводке «зеленки» и закраске обширных «рекреационных зон» без настоящего понимания структуры и функций различных элементов зеленого «наряда» города. Космический снимок в руках ландшафтоведа становится «говорящим» источником, позволяющим понять, оценить и описать в приемлемых параметрах генезис, плановую конфигурацию, размерность, кластерность, степень рекреационной дигрессии различных компонентов культурного ландшафта, а также оценить важнейшие тенденции их модификации, связанные с рядом процессов (таких как подтопление, старение, сукцессионные смены и т. д.).

Авторы не могут пройти мимо сюжета, который, что называется, лежит «на поверхности»: использование данных ДЗЗ при разработке проектов планировки конкретных объектов в природной среде. Представим себе крупный торговый центр, возводимый на окраине лесопаркового массива (ситуация, нередкая для наших городов). Преодолев сопротивление общественности, создатели очередного «Ашана» берут на себя функцию архитектурного обустройства лесопосадок (что, в принципе, верно) и начинают «как учили» чертить либо «барочные вензеля», либо полигональные линии по «живому» контуру лесного массива. И что бы им (архи-

текторам) не «подложить» под «неумный», но вездесущий ArcGIS CAD космический снимок, ведь тогда можно увидеть и найденные тропинки, и старые просеки с противопожарными рвами, и внутренние расчищенные самодельными отдыхающими поляны, и опушки различной конфигурации. Такой несложный анализ позволит распорядиться лесом тактично и бережно, выделяя в нем зоны рекреации различного вида, заповедные участки, фрагменты лесовозобновления и многое-многое другое.

Наконец, целый спектр возможностей данных ДЗЗ

связан с геоэкологическими исследованиями крупных регионов, выполняемыми в составе схем территориального планирования. Коснемся только одного, сравнительно «незаигранного» примера. Составление схем территориального планирования сельского района в черноземной зоне РФ предполагает (кроме прочих целей) решение задачи оптимизации сельскохозяйственного землеустройства. Задача не нова – над нею десятилетиями (и нельзя сказать, что безрезультатно) трудились агрономы, использовавшие карты ВИСХАГИ, однако привлечение данных ДЗЗ и здесь открывает новые перспективы. Например, один из тезисов «эрозионщиков» постулирует постоянное развитие овражно-балочной сети в регионах интенсивной распашки. Осуществленное авторами «наложение» фрагмента космического снимка части Орловской губернии на карты конца девятнадцатого – начала двадцатого столетия позволило обнаружить удивительную стабильность основных элементов овражно-балочной сети за последние 100 лет. Оказалось, что изменения, вызванные распашкой полей, проявляются, прежде всего, в соотношении разных видов эрозии, что приводит не столько к удлинению сети, сколько к развитию мелких боковых форм (промоин и оврагов), появлению вторичного донного вреза у крупнейших балок, формированию суффозионно-карстовых

полуцирков на наиболее нагруженных современной селитебной застройкой склонах – феномены, «открытые» по космическим снимкам (рис. 4). Анализ космических снимков позволил выявить и типизировать звенья овражно-балочной сети с выделением нового и весьма интересного нижнего звена в виде «суходола», крупной плоской балки с разложистыми склонами и отсутствующим водотоком. Исследование весенних снимков помогло обнаружить слабо изученные и практически незаметные в рельефе верхние звенья эрозионной сети, так называемые делли – длинные «потяжины», которые, как правило, находятся выше уступа водораздела, не замечаются топографами и землеустроителями, в результате чего нещадно распахиваются (рис. 5).

Более масштабные исследования черноземной зоны с использованием данных ДЗЗ позволяют говорить о многолетней деформации системы землеустройства, сказывающейся в нарушении за счет «нарезки» сельскохозяйственной природного «скелета» гребне-килевых элементов рельефа высоких равнин и плоскостей центра Русской равнины.

Поводя итоги краткого обзора, попытаемся определить (хотя бы в первом приближении) роль данных ДЗЗ из космоса как принципиально новой информации для территориального планирования. Наш опыт свидетельствует о том, что можно выделить несколько взаимосвязанных функций использования данного источника:

- выявление новых значимых объектов природной и техногенной среды (либо важных «деталей» в строении известных объектов), не получивших по разным причинам отображения в традиционных картографических источниках;
- выявление, уточнение и характеристика свойств и параметров таких объектов;



Рис. 5.

На весеннем снимке можно обнаружить на поверхности свежераспаханного поля «потяжины» – верхние элементы эрозионной сети, незаметные в «дневном» рельефе

- «открытие» принципиально новых явлений и феноменов, процессов и трендов развития природных и природно-техногенных систем;
- построение принципиально новых существенных для целей планирования и проектирования классификаторов на основе выявленных групп объектов и их свойств.

Наконец, совершенно уникальные возможности открываются при использовании данных ДЗЗ, прошедших несколько этапов обработки, осуществляемых специалистами компании «Совзонд» в специальных программных комплексах, таких как ENVI и INPHO, и интегрированных с ГИС – но это тема отдельной публикации. Подчеркнем особо, новое более глубокое понимание сущности процессов и явлений, достигаемое посредством использования космических снимков – не способ самоудовлетворения специалистов соответствующего профиля, а единственный путь к разработке действительно инновационных проектно-планировочных решений, которые должны найти выражение и в композиционных тенденциях, и в диверсификации градостроительных режимов и регламентов, и в поиске организационно-правовых форм сохранения ценных элементов городской среды, и в новом природосберегающем землеустройстве.