

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГИС ВОСТОЧНОЙ ФЕННОСКАНДИИ

П. Ю. ЛИТИНСКИЙ

Институт леса Карельского научного центра РАН

Создание общей теории организации природных систем требует применения новых методов получения и анализа информации. Для ландшафтно-экологических исследований необходимы данные о растительном покрове, наиболее адекватным источником которых в настоящее время являются космические сканерные снимки, классифицированные по данным наземных ключевых участков. В описываемой ГИС в качестве последних используются ландшафтные профили, заложенные по всей территории Карелии.

«Продукция» системы – карты ландшафтной структуры на всех иерархических уровнях, которые применяются как для развития и совершенствования региональной ландшафтной классификации, так и для широкого спектра фундаментальных и прикладных исследований, поскольку большинство характеристик природной среды в той или иной степени связаны с типом ландшафта. ГИС представляет собой открытую систему, развитие которой идет в сторону а) пространственной детализации контуров на субландшафтном уровне, б) конкретизации и насыщения новыми данными качественных характеристик, в) расширения сферы применения в различных областях науки и практики.

P. J. LITINSKII. LANDSCAPE-ECOLOGICAL GIS OF EAST FENNOSCANDIA

Development of general theory of ecosystem organisation requires new methods of data collection and analysis. The most adequate source of information of forest cover for landscape-ecological research is multispectral satellite images classified using ground truth data. In GIS describing in the paper ground truth is the data of landscape research have been carried out over the whole Russian Karelia.

“Output” of the system is the maps of landscape structure for all hierarchical levels. This maps are useful for development of the regional landscape classification and various kinds of researches. Because wide range of environmental characteristics are very closely correlate with the type of the landscape, connecting these attributes to the landscape map can bring out new level of its understanding. GIS is open system and its evolution goes to the following directions: a) spatial enhancement on sub-landscape levels, b) qualitative saturation by the data of new field research and c) broadening the field of application in science and nature management.

Введение

Главная задача ландшафтной экологии – создание общей теории структурно-функциональной организации природных систем, на основе которой могла бы быть разработана система рационального природопользования. Решение этой задачи невозможно без применения новых методов исследований, мониторинга и управления окружающей средой. Реализацию этих методов обеспечивает совокупность высоких космических, оптико-механиче-

ских, радиотехнических, телекоммуникационных и компьютерных технологий, объединяющих в единое целое геоинформатику и средства дистанционного зондирования Земли – RS/GIS-технологии (RS, remote sensing – дистанционное зондирование, GIS – геоинформационные системы, ГИС).

Распространено мнение, что ГИС – это некие цифровые карты плюс компьютерная программа, позволяющая эти карты анализировать, корректировать, дополнять, создавать новые слои и т. д. В определенном смысле это так и есть.

Но в нашем случае такой подход практически бесполезен. Для ландшафтно-экологических исследований, и особенно для применения их результатов на практике, необходимы карты растительного (лесного и болотного) покрова. К сожалению, таких карт не существует не только в цифровом, но и в бумажном виде. Есть только два источника такой информации – топографические карты и планы лесонасаждений.

Однако любой, кто пытался получить данную информацию, знает, что на топокартах, даже крупномасштабных, контуры болот нанесены весьма приблизительно, а информация о лесном покрове, особенно в современном его состоянии, практически отсутствует.

По сравнению с топокартами планы лесонасаждений содержат, естественно, значительно более детальную информацию об этих категориях земной поверхности. Но они создаются в первую очередь в целях обеспечения хозяйственной деятельности – получения древесины, и поэтому важнейшие экологические характеристики, прежде всего *тип леса*, часто заведомо искажены, не говоря уже о большом количестве ошибок и неточностей, возникающих на всех стадиях, в том числе и на стадии оцифровки (последнее, к сожалению, в большом числе случаев относится и к цифровым топокартам, даже выполненным учреждениями, имеющими государственные лицензии на их производство).

Еще более важно следующее обстоятельство. Такие составляющие топокарты, как рельеф и гидрографическая сеть, наносятся с максимальной степенью объективности и обычно неизменны в течение длительного периода времени. Элементы инфраструктур (дорожная сеть, ЛЭП, населенные пункты, вырубки, карьеры и т. д.) также относятся к объективной реальности, но значительно быстрее изменяются во времени.

А данные плана лесонасаждений не только изменяемы во времени, но и в значительной степени субъективны. План – это лишь сумма представлений составляющих его таксаторов о лесном покрове. Это ясно видно на прилегающих друг к другу участках, таксация которых выполнена разными исполнителями. (Заметим, что аналогичные неувязки относительно лесного и болотного покрова очень часто бросаются в глаза и на смежных листах топокарты.)

Кроме того, в настоящее время лесоустroительными предприятиями оцифрована очень небольшая часть территории Карелии, и деятельность эта по не вполне понятным причинам направлена лишь на производство традиционных планов лесонасаждений методами компьютерной (настольной) картографии, а не на создание целостного, геометрически корректного векторного покрытия, пригодного для использования в масштабном ГИС целого региона или физико-географической области.

Тем не менее существует доступный и относительно адекватный источник информа-

ции о растительном покрове – это данные космического сканирования. Принцип его достаточно прост: так же, как настольный сканер сканирует бумажную топографическую или иную карту, расположенный на ИСЗ сканер сканирует освещенную Солнцем поверхность Земли. При этом также создается файл изображения (растровый файл). Разрешение в данном случае измеряется не в «точках на дюйм», а размером точки (пиксела) на местности, у разных сканеров он варьирует от метра до километра.

Но есть два одинаково существенных отличия:

1) Космический сканер работает не только в трех диапазонах видимого спектра (красном, зеленом, синем – R, G, B), как у настольного сканера или цифровой фотовидеокамеры, но и в нескольких инфракрасных диапазонах, в которых как раз и сосредоточена наиболее существенная часть информации о растительном покрове – количестве, структуре и состоянии фотосинтезирующей биомассы. Некоторые сканеры имеют каналы и в тепловом диапазоне, что еще больше повышает их информативность. Сканерные снимки доступны потребителям через несколько дней после съемки, т. е. отражают самое современное состояние поверхности Земли. Различные категории поверхности характеризуются различной формой кривой спектрального отражения (сигнатуры), что и позволяет использовать сканерные снимки для картирования.

2) Сканерные снимки геометрически скорректированы, т. е. *сами по себе являются высокоточной географической картой* масштаба 1 : 5000 – 1 : 50 000 (в зависимости от пространственного разрешения снимка) в заданной проекции. Снимки, таким образом, могут служить «картой-основой» ГИС. Координаты любого пиксела снимка определены с точностью до нескольких метров. Такую же точность обеспечивают современные доступные приборы глобального позиционирования (GPS), что еще более повышает эффективность использования снимков – достоверность их дешифрирования.

История вопроса

Ландшафтные исследования ведутся в Институте леса КарНЦ РАН с середины 1970-х гг. Накоплен огромный объем натуральных данных по всей территории Карелии, разработана оригинальная региональная классификация типов ландшафтов (Волков, 1986; Волков и др., 1990, 1995; Громцев, 1993). На основе данных исследований сформировалось новое научное направление в изучении наземных экосистем Восточной Фенноскандии – ландшафтная экология таежных лесов (Громцев, 2000).

Однако, несмотря на то что изначально исследования были направлены не только на изучение ландшафтной структуры, но и на практическое применение полученных знаний, по

различным (прежде всего технологическим) причинам геометрически корректной ландшафтной карты не было создано даже на уровне типов ландшафта. Существующие варианты можно рассматривать лишь как картосхемы. Что же касается картирования на субландшафтном уровне, то карты типов местностей созданы только для нескольких объектов – некоторых охраняемых природных территорий (Gromtsev et al., 1997), а картирование на уровне урочища и биоценоза проведено только для части ландшафтных профилей – тех, для которых имелись аэрофотоснимки (АФС). Карты, полученные с использованием АФС, вполне отражают ландшафтную структуру. Но сопоставление карт типов местностей, выполненных только с использованием наземных данных и топографических карт, с космическими снимками показывает совершенно очевидные неточности. Таким образом, на фоне общего снижения финансирования научных исследований, из-за отсутствия дистанционных данных и эффективных картографических технологий интенсивность ландшафтно-экологических исследований в 1990-х гг. снизилась.

С появлением относительно мощных (по тем временам) персональных компьютеров с 1990 г. в Институте леса начинается использование ГИС-технологий и цифровой сканерной информации. Основные направления – мониторинг аэротехногенной деградации лесов (Литинский, 1995, 1996), анализ пространственно-распределенных данных биоэкологического мониторинга (Федорец и др., 1999), инвентаризация ОПТ и крупных массивов коренных лесов (Литинский, Громцев, 1999). С другой стороны, опыт создания геоинформационных систем различного уровня и назначения – например, окрестностей музея-заповедника «Киж», Суоярвского района (в рамках проекта ТАСИС), модельных объектов ландшафтно-экологического планирования проекта ТАСИС «Управление лесными ресурсами на Северо-Западе России», а также знакомство с другими аналогичными разработками показали очень малую эффективность ГИС, созданных только на основе оцифрованных топокарт и планов лесонасаждений.

Из-за высокой стоимости качественных (американских, французских, индийских) сканерных снимков их применение долгое время, до конца 1990-х гг., ограничивалось в основном территориями заповедников и национальных парков, прилегающих к российско-финской границе. Тем не менее это позволило накопить достаточный опыт обработки сканерной информации. Тогда же возникла очевидная идея – использовать данные ландшафтных профилей в качестве ключевых участков для дешифрирования сканерной информации.

В настоящее время благодаря запуску в 1999 г. американского некоммерческого сканера Landsat 7 высококачественные снимки разрешения 15–30 м имеются для большей части Карелии и Кольского полуострова. Прогресс ком-

пьютерной техники позволяет эффективно использовать для их обработки даже недорогие персональные компьютеры среднего уровня.

В 2001 г. по гранту РФФИ начаты работы над созданием электронного атласа ландшафтов Карелии, в процессе которых накопленный ранее опыт формирования ландшафтных карт был трансформирован для применения на базе новых технологических возможностей. Все это создает предпосылки для синтеза этих научных и технологических направлений в целях получения масштабной полифункциональной ландшафтно-экологической ГИС Восточной Финно-скандии.

Цель проекта

Конечная цель – создание информационной модели наземных экосистем Восточной Финно-скандии для обеспечения широкого спектра фундаментальных и прикладных естественно-географических исследований и планирования рационального природопользования (ландшафтно-экологического планирования).

Концепция, методология и структура ГИС

Сканерный снимок представляет собой последовательность чисел – уровней сигналов по всем диапазонам (каналам) сканера для каждого пиксела, т. е. с математической точки зрения – это многомерная матрица, где первые две размерности (x/y, широта/долгота) – информация пространственная, остальные – спектральная (качественная).

Возможны различные подходы к дешифрированию сканерных снимков. Простейший (и часто достаточно эффективный) – визуализация изображения в синтезированных цветах из трех каких-либо каналов сканера (RGB-синтез). Таким образом получается приблизительный аналог спектрального аэрофотоснимка и, соответственно, могут использоваться аналогичные методы визуального дешифрирования.

Второй подход – анализ матрицы снимка различными математическими методами (компонентный и кластерный анализы, самоорганизующиеся карты, преобразование «шапочка с кисточкой» и т. д.). Как показывает практика, результат в большинстве случаев не отличается принципиально от простого RGB-синтеза.

Наиболее достоверные и практически значимые результаты получаются при применении третьего подхода – *управляемой классификации* снимка по данным ключевых участков, т. е. экстраполяции известных по наземным данным сигнатур на весь снимок. Это позволяет получить практически неограниченное количество тематических карт территории по заданным параметрам. Достоверность классификации этим методом зависит прежде всего от правильного выбора места расположения ключевого участка, точности его локализации и определения наземных характеристик.

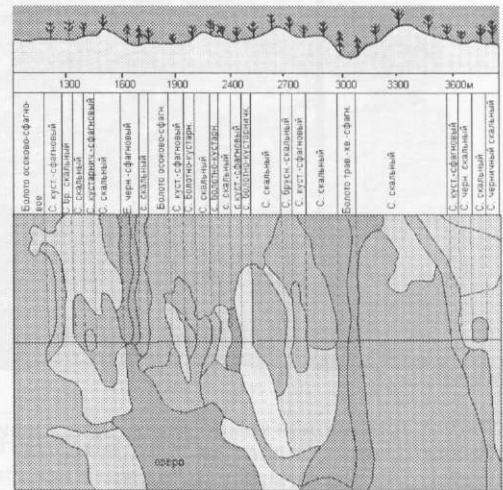
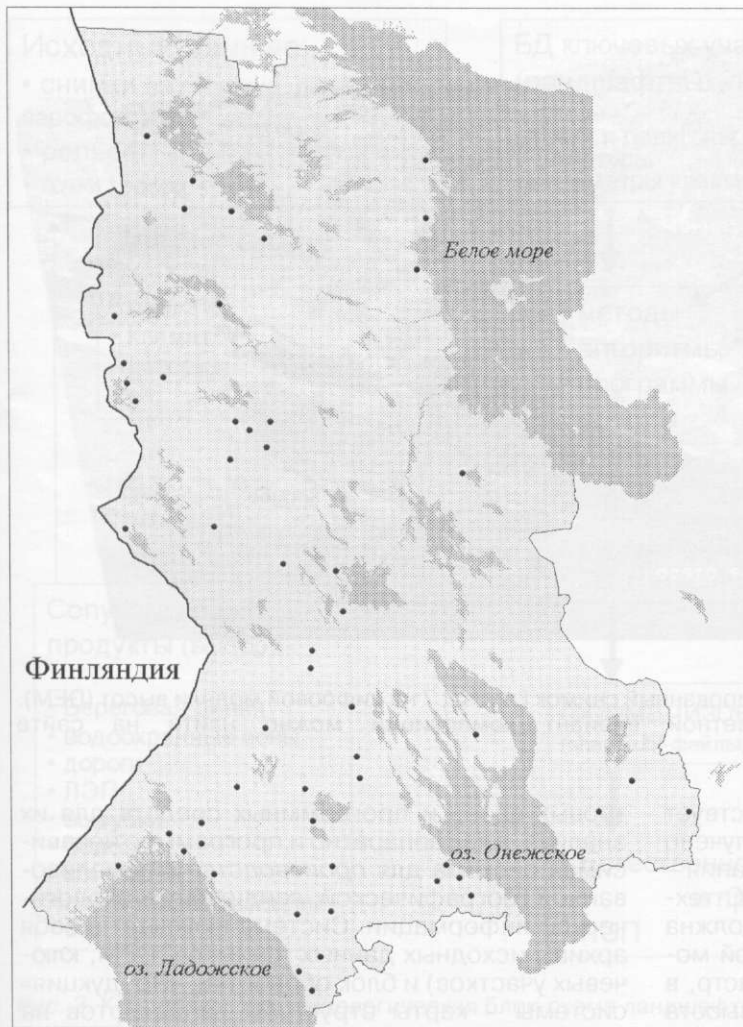


Рис. 1. Точки расположения ландшафтных профилей (слева) и фрагмент профиля (справа)

В нашем случае в качестве ключевых участков используются ландшафтные профили, десятки которых в процессе разработки ландшафтной классификации заложены на территории Карелии в наиболее репрезентативных точках во всех основных типах ландшафтов (рис. 1).

Ландшафтный профиль, помимо собственно линейного профиля местности, включает в себя план биоценозов прилегающей к профилю полосы. Можно сказать, что это фрагмент плана лесонасаждений, при создании которого таксация проведена с учетом биологических, а не хозяйственных параметров. Кроме того, он дополнен детальной информацией о геологическом строении, почвах, флористических и фаунистических комплексах и т. д. (на уровне типов местности). Таким образом, профили – это готовые полигоны для определения сигнатур различных типов биоценозов, необходима только точная географическая привязка. Классификацией сканерного снимка по этим данным можно получить достаточно достоверную информацию о структуре растительного покрова всей территории.

Достоверность классификации повышается, если наряду со многоспектральной используется информация радарных сканеров, работающих в радиодиапазоне электромагнитных волн, поскольку она несет другую, по сравнению с инфракрасными волнами, слой информации. С ее помощью можно различить некоторые близкие по спектральной сигнатуре объекты – например, древостои с различной структурой полога, а также участки открытых болот и вырубков, отличающихся по влажности поверхностного слоя.

Однако с географической точки зрения эта информация «плоская» (двухмерная) и поэтому совершенно недостаточная для понимания структурно-функциональной организации экосистем. В основе ландшафтной классификации заложены прежде всего генетические формы рельефа. Остальные факторы – типы четвертичных отложений, степень заболоченности, тип коренных лесных местообитаний – в той или иной степени производны от форм рельефа или связаны с ними.

Поэтому для полноценной ландшафтно-экологической ГИС необходимо третье пространственное измерение – высота. На обычном



Рис. 2. Трехмерная композиция – классифицированный снимок Landsat 7 на цифровой модели высот (DEM). Значительно более информативный цветной вариант композиции можно найти на сайте www.krc.karelia.ru/structure/fri/gis

сканерном снимке это измерение отсутствует (но оно, заметим, также может быть получено сканерами с изменяемым углом сканирования – Spot, Ikonos). Для обработки методами ГИС-технологий вертикальная составляющая должна быть представлена в виде DEM (цифровой модели высот) – по сути дела, это также растр, в котором численное значение пиксела – высота соответствующей точки местности над уровнем моря. С той или иной степенью точности эти данные могут быть получены путем обработки векторизованных горизонталей топокарты.

Наличие DEM позволяет формировать трехмерные композиции (рис. 2), помещая визуализированный или классифицированный сканерный снимок на цифровую модель рельефа; автоматически выявлять участки с определенным аспектом и уклоном, водоразделы и водосборы; зоны освещения и затенения в течение светового дня и т. д., что имеет значение для расчетов водного, теплового, углеродного балансов, определения мест возможного произрастания свето- и тенелюбивых видов флоры и фауны и т. д.

Таким образом, вырисовываются основные черты ландшафтно-экологической ГИС: она должна базироваться на трехмерной модели рельефа и цифровой дистанционной информации, дешифрирование которой проводится по данным наземных ландшафтных исследований. Естественно, необходимы также геологические данные, по возможности – о лесном покрове в прошлом.

Блок-схема системы представлена на рис. 3. ГИС в данном случае понимается не только и не столько как набор каких-либо векторных и рас-

тровых слоев и программных средств для их анализа, а как аппаратно и программно независимая система для производства формализованной географической, ландшафтно-экологической информации. Система включает в себя архивы исходных данных (снимков, DEM, ключевых участков) и блок обработки. «Продукция» системы – карты структуры ландшафтов на всех иерархических уровнях, путь ее получения показан темными толстыми стрелками. Теоретической основой служит ландшафтная классификация.

Дополнительные исходные данные системы – различные тематические карты, которые невозможно получить дистанционно: геологические (типы и мощность четвертичных отложений, геоморфология), лесоинвентаризационные карты прошлых лет, ботанические, почвенные, климатические и другие карты. Заметим, что содержащаяся в этих картах информация также во многих случаях может быть значительно дополнена и откорректирована и в пространственном, и в качественном отношении по данным современной сканерной съемки.

Что же касается оцифрованных топографических карт, то они в большинстве случаев просто не нужны (естественно, при наличии DEM). На топокартах имеются также небольшие водотоки (реки, ручьи), неразличимые на сканерных снимках, однако опять-таки при наличии DEM их в большинстве случаев можно достаточно достоверно смоделировать.

Система, как видим, включает обратные связи. Прежде всего это уточнение и развитие самой ландшафтной классификации, происходящее по мере получения и осмысления новых



Рис. 3. Концептуально-технологическая блок-схема ландшафтно-экологической ГИС

данных. Важны эти сведения и для уточнения «дополнительных» исходных данных, совершенствования методов обработки и т. д.

Важно отметить, что в данном случае слои, служащие основой традиционных ГИС (гидрография, дороги, болота, вырубки и т. д.), здесь изначально *не нужны*, наоборот, они получаются автоматически, в качестве «побочного продукта». Так, в настоящее время береговая линия озер и крупных рек для большей части Карелии векторизована с детализацией масштаба 1 : 100 000 – 1 : 50 000, причем это не потребовало практически никаких дополнительных трудозатрат. Векторизация элементов инфраструктур (дорог, линий электропередач), а также населенных пунктов, вырубок, карьеров и т. д. проводится по мере необходимости в ручном или полуавтоматическом режиме. Все эти данные значительно точнее даже данных векторной карты масштаба 1 : 200 000, имеющихся в подразделениях КарНЦ только для отдельных участков Карелии, не говоря уже о точности карты миллионного масштаба.

Набор программных средств и форматы файлов, используемых в блоке обработки, не имеют принципиального значения. На современной стадии развития RS/GIS технологий все это зависит только от вкусов и финансовых

возможностей. В нашем случае это пакет Idrisi, обеспечивающий первичную обработку данных сканирования и анализ растровых данных, векторный пакет ArcView с модулями расширения для различных видов визуализации и анализа, различные вспомогательные средства (графические редакторы, векторизаторы и т. д.) и совместимые с ними по форматам данных собственные разработки.

Основные результаты

В настоящее время на основе карты-схемы типов ландшафтов Карелии, данных сканирования и цифровых моделей высот сформирована цифровая карта типов ландшафтов с детализацией, соответствующей масштабам 1 : 1 000 000 – 1 : 200 000 (в зависимости от разрешения имеющихся в настоящее время цифровых карт и сканерных снимков). Подчеркнем, что карта практически создана заново по усовершенствованной методике, а не представляет собой лишь оцифрованный вариант существующих картосхем. В ходе этой работы выявлены признаки, позволяющие идентифицировать те или иные типы ландшафта по снимкам, классифицированным по

различным параметрам, цифровой модели рельефа и (или) по сформированным на их основе композициям.

Основными «очагами» ландшафтных и других исследований были и остаются ОПТ – существующие и проектируемые, и составление карт на субландшафтных уровнях на новой технологической основе также начато с них (национальные парки «Паанаярви» и «Калевальский», о. Валаам). Таким образом, своего рода «побочным продуктом» системы становится ГИС-кадастр ОПТ Карелии. Данные ГИС использовались при осуществлении ряда проектов, связанных с инвентаризацией и картированием коренных, малонарушенных, особо уязвимых лесов, инвентаризацией биологического разнообразия в различных частях Карелии (Инвентаризация..., 1998). Все эти данные представляют собой готовый материал для гар-анализа ландшафтной репрезентативности сети ОПТ.

Однако возможности ГИС этим далеко не исчерпываются. Важнейшее свойство системы – ее пригодность для самого широкого спектра фундаментальных и прикладных естественно-географических исследований. Это вытекает из очевидного факта – большинство характеристик природной среды в той или иной степени связаны с типом ландшафта. Простейший пример – получение карт урожайности лекарственных и ягодных растений, для чего разработанные ранее таблицы урожайности в различных типах леса средствами ГИС-технологий связывались с векторной картой ландшафтной структуры (Громцев и др., 2001). Аналогичным образом может быть получено неограниченное число различных карт, что в ряде случаев приведет к новому уровню понимания соответствующих характеристик природной среды – ботанических, зоологических, ресурсных и т. д.

Из прикладных направлений следует упомянуть об использовании данной ГИС для мониторинга антропогенного воздействия на леса (азротехногенная деградация, вырубки), что было осуществлено в окрестностях Костомукшского ГОКа, расположенного в непосредственной близости от последнего в Европе крупного массива коренных сосновых лесов.

Составляющей ГИС является также блок биоэкологического мониторинга, анализирующий пространственное распределение поллютантов в лесных почвах и других элементах лесного биоценоза. Результаты работы этого блока – «Атлас загрязнения лесных почв Карелии тяжелыми металлами и серой» в электронном и бумажном вариантах, а также ряд ГИС локального мониторинга – Валаам, Костомукша, полигон ИМ Камалахти.

Немаловажным «выходом» ГИС является возможность ее использования для обучения. В течение ряда лет на лесоинженерном факультете ПетрГУ читается курс «Дистанционное зондирование лесов». В 2003 г. курс будет значительно расширен. Он будет базироваться на вы-

шеописанных принципах формирования и функционирования ГИС и называться «RS/GIS технологии в изучении геосистем и планировании рационального природопользования». Полученные с помощью ГИС результаты используются в курсе А. Н. Громцева «Ландшафтная экология лесов». С 2003 г. эти два курса будут взаимосвязаны и могут читаться параллельно, с использованием мультимедийных презентаций.

Основные результаты применения ГИС представлены на веб-сайте Института леса www.krc.karelia.ru/structure/fri/gis.

Направления дальнейшего развития

В настоящее время имеются данные сканирования с пространственным разрешением 15–30 м, которые позволяют картировать структуру ландшафта на уровне местности и урочища. Для выявления границ отдельных биоценозов в большинстве случаев необходимы снимки более высокого, порядка нескольких метров, разрешения. Таковые в настоящее время уже имеются не только в распоряжении военных ведомств, но и распространяются на коммерческой основе (сканер Ikonos). Однако они все еще недоступны по цене (примерно \$50 за квадратный километр) не только российским, но и большинству западных исследователей. Но не будем забывать, что всего несколько лет назад однократное покрытие Карелии снимками Landsat и необходимая для работы с ними рабочая станция того времени (уступающая по мощности нынешнему среднему Pentium'у) в общей сложности стоили более ста тысяч долларов. Сейчас аналогичные снимки и компьютер стоят в десятки раз меньше.

Вероятно, через несколько лет станут доступными и снимки сканера Ikonos. Они позволят различать границы не только биоценозов, но и крупных парцелл, и, соответственно, потребности собственно географии и ландшафтоведения на этом заканчиваются. Таким образом, кстати, в будущем «побочным продуктом» системы станет лесная инвентаризация.

Система предоставляет возможности как для ретроспективного анализа состояния природной среды, так и для его прогнозирования. Экстраполяция данных математического моделирования сукцессионных рядов и производных от них показателей углеродного, водного, теплового балансов в совокупности с точными пространственными данными позволит прогнозировать состояние среды в обозримом будущем.

Естественно, на этих стадиях работы требуется привлечение дополнительных данных, в том числе и результатов натурных исследований. Таким образом, ГИС представляет собой открытую систему, развитие которой идет в следующих основных направлениях:

- пространственная детализация на субландшафтном уровне;
- конкретизация и насыщение новыми данными качественных характеристик;

– расширение сферы применения в различных областях фундаментальных и прикладных исследований.

Приведенные принципы формирования ГИС и примеры ее функционирования свидетельствуют о ее важности не только для Института леса, но и для других институтов КарНЦ и в конечном итоге – для создания в Карелии эффективной системы рационального природопользования. Представленные в ГИС данные уже широко востребованы в практике проведения государственных экологических экспертиз, при планировании регионального природопользования в экологических аспектах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (02-07-97502-р2002север-в).

Литература

- Волков А. Д. Современные исследования географических ландшафтов в Карельской АССР: Препринт доклада. Петрозаводск, 1986. 37 с.
- Волков А. Д., Громцев А. Н., Еруков Г. В. и др. Экосистемы ландшафтов запада средней тайги (структура, динамика). Петрозаводск, 1990. 284 с.
- Волков А. Д., Громцев А. Н., Еруков Г. В. и др. Экосистемы ландшафтов запада северной тайги (структура, динамика). Петрозаводск, 1995. 194 с.
- Громцев А. Н. Ландшафтные закономерности структуры и динамики среднетаежных сосновых лесов Карелии. Петрозаводск, 1993. 160 с.
- Громцев А. Н. Ландшафтная экология таежных лесов: теоретические и прикладные аспекты. Петрозаводск, 2000. 144 с.
- Громцев А. Н. Наиболее уязвимые леса Карелии: характеристика, картирование, меры по сохранению. Петрозаводск, 2001. 61 с.
- Громцев А. Н., Литинский П. Ю. Коренные леса Восточной Фенноскандии (Карелия): природная организация, последствия антропогенной трансформации, концепция сохранения // Карелия и РФФИ: тез. докл. науч. конф., посвященной 10-летию РФФИ. Петрозаводск, 2002. С. 23–24.
- Громцев А. Н., Белоногова Т. В., Литинская Н. Л., Зайцева Н. Л. Районирование территории Карелии по запасам лекарственного сырья и ягод // Биогеография Карелии: Тр. Карельского НЦ РАН. Серия «Биология». Вып. 2. Петрозаводск, 2001. С. 65–69.
- Инвентаризация биологического разнообразия в приграничных с Финляндией районах Республики Карелия / Ред. А. Н. Громцев, В. И. Крутов. Петрозаводск, 1998. 166 с.
- Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на Карельском побережье Белого моря / Ред. А. Н. Громцев, В. И. Крутов. Петрозаводск, 1999. 140 с.
- Литинский П. Ю. База данных «Охрана природы Карелии» // Информационные технологии в экологических и природоохранных исследованиях. Петрозаводск, 1991. С. 36–41.
- Литинский П. Ю. Использование информации космического сканера МСУ-Э при изучении техногенной деградации лесов // Лесн. журн. 1995. № 1.
- Литинский П. Ю. Оценка динамики деградации лесов в зоне воздействия выбросов Костомукшского ГОКа дистанционными методами // Проблемы антропогенной трансформации лесных биогеоценозов Карелии. Петрозаводск, 1996. С. 182–192.
- Литинский П. Ю. RS/GIS технологии в мониторинговых, экологических и ландшафтных исследованиях // Биоэкологические аспекты мониторинга лесных экосистем Северо-Запада России. Петрозаводск, 2001. С. 269–278.
- Литинский П. Ю., Громцев А. Н. Выявление коренных лесов с помощью космических сканерных снимков // Материалы конференции «Коренные леса таежной зоны Европы». Петрозаводск, 1999. С. 88–89.
- Федорец Н. Г., Дьяконов В. В., Шильцова Г. В. Атлас загрязнения лесных почв Карелии тяжелыми металлами. Петрозаводск, 1999.
- Gromtsev A. N. et al. The landscapes of the Kostomuksha Nature Reserve // Ecosystems, fauna and flora of the Finnish-Russian Nature Reserve Friendship. Finnish Environment Institute, Helsinki, 1997. P. 31–42.