

Ученые записки Таврического национального университета имени В.И.Вернадского
Серия «География». Том 21 (60). 2008 г. № 1. С. 73-80

УДК 528.94 – 911.9.502

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ЛАНДШАФТНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Лычак А.И., Боков В.А., Бобра Т.В.

Статья посвящена методологии разработки ландшафтно-информационной системы (ЛИС), вопросам геоинформационного моделирования ландшафтно-геофизических показателей среды, обосновывается необходимость более глубокого внедрения ГИС-технологий в практику выявления, расчета и анализа условий функционирования природно-территориальных комплексов.

Ключевые слова: ландшафтная информационная система, ландшафты, геоинформационное моделирование, ландшафтно-геофизические условия

Ландшафтная информационная система (ЛИС) – является особым типом географических информационных систем (ГИС), которая наряду с традиционными (классическими) подходами к топогеодезической привязке, организации и манипуляции пространственно-распределенных данных, ориентируется на их жесткое соподчинение с «ландшафтной системой координат».

В общем виде, термин «Ландшафтная информационная система » (ЛИС) обозначает: «организованный набор аппаратуры, программного обеспечения, географических данных и персонала, предназначенный для эффективного ввода, хранения, обновления, обработки, анализа, визуализации всех видов ландшафтно-привязанной информации».

Важнейшей составляющей данных ЛИС являются данные о пространственном распределении характеристик природных условий, исходя из ландшафтной организации территории. Последние, являются информационной базой для принятия решений по управлению территорией. ЛИС – система для получения, обработки, хранения и распространения информации о ландшафтных системах, функция которой, заключается в поддержке принятия решений в сфере природопользования и управления территорией.

Ключевыми компонентами программного обеспечения ЛИС являются: средства для ввода и манипулирования географическими данными, система управления базой данных, программные средства, обеспечивающие поддержку запросов, географический анализ и визуализацию информации, графический интерфейс пользователя, облегчающий использование программных средств. Данные - возможно наиболее важный компонент ЛИС.

Ландшафтная информационные системы должна уметь работать с данными двух основных типов. Во-первых, это пространственные (синонимы: картографические, векторные) данные, описывающие положение в системе ландшафтной организации территории, форму географических объектов, и их пространственные связи с другими объектами. Во-вторых, это описательные (синонимы: атрибутивные, табличные) данные о ландшафтных комплексах и их

характеристиках, о характеристиках условий среды состоящие из наборов чисел, текстов и т.п.

Описательная (атрибутивная) информация о качественных свойствах и состоянии ландшафтных систем организуется в базу данных. Структура базы данных создается по общепринятым в мировой практике ГИС-моделирования технологиям. Отличие ЛИС от стандартных систем управления базами пространственно-распределенных данных состоит как раз в том, что ЛИС позволяют работать с пространственными данными соотнесенных и увязанных со структурой ландшафтной организации территории и системами координат ландшафтных характеристик.

Организация ЛИС предполагает: организацию и создание банка данных; анализ и оценку экоусловий, экосостояний и экоситуаций; анализ сценариев и разработку рекомендаций по улучшению состояния природной среды. В этом смысле методология разработки ЛИС во многом очень близка к философии разработки геоэкспертных систем.

Характерной особенностью методов измерения ландшафтных параметров является многоэтапность, причем каждый этап измерений вносит свои систематические составляющие погрешности. Выявление и оценка этих составляющих погрешности становится основной задачей обработки данных в ЛИС. В результате обработка данных о ландшафтных параметрах среды превращается в сложную, комплексную задачу, требующую для своего решения привлечения разнообразных методов и средств.

Не удивительно, что первичной, необработанной информации о природе накоплено очень много и объемы такой информации продолжают быстро увеличиваться, но системная интеграция этих данных в информационные структуры, отражающие комплексных характер организации территории, практически отсутствует.

На данном этапе технические средства для получения информации намного обогнали возможности ее осмыслиения исследователями природы. Поэтому создание новых подходов к проблеме обработки информации об окружающей среде (ландшафтах) и, прежде всего, «интеллектуализация» компьютерной обработки ландшафтно-экологических данных, рассматривается во всем мире как чрезвычайно важная задача.

Расчет свойств и получение атрибутивной информации в ЛИС проводится в форме оценивания природного качества земель, ландшафтов, территорий, а также экологической ситуации. На основе базы данных можно проводить оценку ситуации на территории и принимать решения относительно размещения не только хозяйственных объектов, но и инвестиций.

Теоретико-методологической основой построения структуры ЛИС и отработки технологий геоинформационного моделирования экотопических условий является теория пространственно-временного анализа, базирующаяся на представлениях Ю.Г.Симонов[16], В.А.Бокова [4], А.Ю. Ретеюма [16; 17], Н.Л.Берущавили [1], А.А.Крауклиса [6], Симонова [19], Сысуева В.В [20] и др., об эргодичности, пространственной ординации, катенах, многомерных пространствах, геосистемных взаимодействиях, полиструктурности и полиинерархичности. В качестве

методической основы проведенного исследования были использованы работы К.Н.Дьяконова [5], Ю.Г.Пузаченко, И.А.Онуфрена, Г.М.Алещенко [12; 13; 14; 15].

Базовым подходом к выделению элементарных операционных единиц был выбран подход предложенный А.Н. Ласточкиным [7], который элементарный ландшафт определяет как: «простейший комплекс взаимосвязанных геокомпонентов в рамках отличной от смежных площадных элементов и относительно однородной по своему местоположению, физико-географическим и геоэкологическим свойствам элементарной поверхности». Основой для выделения таких элементарных единиц является рельеф земной поверхности, который «выступает в качестве уникального источника информации о надлитосферных геокомпонентах ландшафта» [19].

Поскольку рельеф является определяющим фактором протекания геофизических процессов, то первым этапом при решении поставленной задачи выявления элементарных топологических единиц и определения их ландшафтно-геофизических свойств является деление земной поверхности на дискретные элементарные формы, контролирующие потоки вещества и энергии. В работах Ю.Г.Пузаченко [14, 15], использовался подход к выделению и классификации таких единиц основанный на количественных, статистических методах.

Главной задачей данной работы является выработка методов выделения структурно-морфологических элементов рельефа на основе анализа топографической карты, которые можно осуществлять средствами стандартных ГИС-пакетов.

В ходе решения данной задачи решался ряд более мелких прикладных задач: 1) построена «гидографически корректная» цифровая модель рельефа; 2) определены размеры выделяемых форм рельефа; 3) выбраны морфометрические параметры, соответствующие основным ландшафтообразующим процессам, проведена классификация форм рельефа и семантическое наполнение выделенных классов.

При обосновании выбора выделяемых структурно-морфологических элементов применялись теоретические работы А.Н. Ласточкиным [7], в которых он сформулировал морфодинамическую парадигму, предусматривающую исследование морфологии объекта, а затем интерпретацию его результатов, познание создавших и моделирующих и одновременно зависимых от морфологии процессов тепломассопереноса. В основе этой концепции лежит геометрия природы, решение проблемы элементаризации пространства.

Ласточкин А.Н. [7] выделил основные составляющие, характеризующие положение участков земной поверхности относительно вещественных и энергетических потоков и определил характеризующие их основные морфометрические величины:

– положение участка относительно потоков вещества и энергии, осуществляемых под действием гравитационных сил: нисходящие перемещения поверхностных и повенно-грунтовых вод, нисходящие литодинамические (в том числе гравитационно-тектонические) и собственно гравитационные (осыпи, обвалы, отсыпания, оползни, камнепады, и др.), а также гидролитонимические процессы (грязекаменные, солифлюкционные, плоскостной смыв деловия, и др.)

– положение участка по отношению к воздушным и водным потокам, которые перемещаются независимо от силы тяжести. Происходит перенос дезинтегрированного литосферного вещества, воздуха, воды, а вместе с ними химические элементы и соединения, водяной пар, тепло и т.д. Перенос осуществляется как по латерали, так и по вертикали, в соответствии с градиентом силы тяжести или против него.

– положение участка по отношению к потокам прямой солнечной радиации, подходящей под различными углами к земной поверхности.

Общая концепция формирования структуры ЛИС должна отражать существующие подходы к разработки баз данных и баз знаний. Ландшафтоведческая парадигма [11], выступающая методологической основой формирования ЛИС определяет содержание следующих структурных модулей:

1) базы пространственно распределенных данных (топогеодезических и ландшафтно-географических);

2) временные базы данных, предназначенные для хранения исходных и промежуточных ландшафтно-географических данных (функционирование, динамика, эволюция; стексы, этоциклы, спейс-таймы);

3) базы знаний, предназначенные для хранения долгосрочных сведений (фактов) и правил манипулирования ландшафтно-экологическими данными;

4) наборы алгоритмов (программ), реализующих последовательность правил для решения конкретной оптимизационной, мониторинговой, картографической задачи на основе геоэкологической и ландшафтной информации, хранящейся в базах знаний и базах данных;

5) компонент приобретения знаний, система ландшафтно-экологического мониторинга, системы геосенсорных систем, автоматизирующих процесс наполнения базы знаний;

6) объяснительный компонент, формирующий пояснения о том, как ЛИС решала поставленную задачу.

Существенным звеном ЛИС является система для математической обработки данных, которую принято называть статистической экспертной системой. Такие системы за счет дружеского пользовательского интерфейса должна иметь возможность помочь начинающему пользователю не только ввести результаты наблюдений, но и уточнить задачу обработки и, при необходимости, спланировать алгоритм решения задачи. В базе знаний ЛИС должно храниться достаточно большое и постоянно пополняемое количество сведений и правил, способных обеспечить возможность решения разнообразных задач связанных с получением, манипулирование, обработки и визуализации данных.

Пояснения о том, как ЛИС решала поставленную задачу должны быть понятны специалисту в предметной области и, в тоже самое время, содержать достаточно информации для анализа достоверности результатов обработки специалистом по ландшафтной экологии и математической статистике.

В общем виде структура ЛИС должна иметь пять организационных блоков:

1) блок событий и задач; 2) структурные блоки; 3) процедурные блоки; 4) тематические блоки; 5) блок новой информации, а также систему управления базами данных (СУБД), с помощью которой осуществляется их взаимосвязь.

1. Блок событий и задач. К нему обращается пользователь после получения сообщения о событии. К событиям относятся как обыкновенное обращение с просьбой о необходимой справке, так и сообщение о чрезвычайной ситуации в связи с аварией или природным стихийным бедствием.

2. Структурные блоки: 1) блок топографо-геодезической основы, системы координат; 2) кадастровый, информационный блок, слои (в двух вариантах - фоновом и локальном или геотопологическом); 3) блок системообразующих отношений (содержит сведения о взаимодействии участков и объектов, потоках, их конфигурациях, средние и экстремальные значения характеристики территориальных участков, эргодические ряды. Здесь же представлены команды, позволяющие производить первичные операции (более детальные процедурные действия по интеграции данных, выявлению характера распределения параметров в пространстве и во времени, оверлейные операции слоев отражающих свойства различных территориальных систем; 4) блок субъектов, управляемых территорий (районы, ландшафты, водосборы и др.) и критериев (сельскохозяйственный, транспортный, рекреационный, санитарно-гигиенический, инженерно-строительный).

3. Процедурные блоки: 1) оценочный блок, как проекция кадастрового блока на блок субъектов; 2) прогнозный блок на особые ситуации при наличии предвестников этих ситуаций (прогноз инверсий, прогноз паводков, заморозков, распространение загрязнений и др.). Важное значение имеет наличие алгоритмов визуализации временной динамики ландшафтно-экологических явлений и процессов (как функционирования, так и эволюции). При этом, должна учитываться система цепных реакций, пространственно-временных разверток; 3) оптимизационный блок; 4) меры воздействия, управляющие команды.

4. Тематические блоки: Они представляют собой развернутый вариант кадастрово-атрибутивного (информационного, содержательного) блока. Они связаны между собой, но не заменяют друг друга. Тематические блоки разделены по типу решаемых задач, тогда как в кадастровом блоке представлены сразу все слои информации. В качестве тематических блоков выделены: эколого-ресурсный, сельскохозяйственный, селитебный (населенные пункты), инженерно-строительный, транспортный, промышленный.

Как легко увидеть, это деление не идеальное, с частичным пересечением содержания, пространства и времени событий. И при рассмотрении тем нужно всегда иметь в виду эти пересечения.

5.Блок поступления новой информации – обеспечивает связь с разными структурами, в которых тем или иным образом получается новая информация: ведомственные системы мониторинга, космическая информация, госстатистика, данные научных учреждений и др. Новая информация по определенному регламенту поступает в этот блок ЛИС, где происходит обработка, фильтрация, отбор информации.

Структурные, процедурные и тематические блоки могут быть разбиты на два пласта: 1) базовая информация; 2) оперативная информация. К первому относятся данные, которые устойчивы во времени, не изменяются в пределах заданного

периода (года, десятка лет или др.). Соответственно, нет надобности вносить поправки в этот пласт информации в течение этого промежутка времени.

Разработка ландшафтно-информационных систем позволит более эффективно подойти к решению самого широкого круга прикладных задач. Например, таких как:

1. Разработать методы и приемы управления производственным процессом посевов в условиях пространственно-временной неоднородности среды обитания растений, с целью обеспечения высокой продуктивности агроценозов и на основе повышения адаптивности агротехнологий к условиям окружающей среды.

2. Разработать комплекс информационно-технологических приемов биопозитивного земледелия с целью повышения уровня адаптации агротехнологий к ландшафтным условиям".

3. Разработать новые методы оценки и прогноза агроклиматических показателей в агроландшафтах и мобильные информационно-измерительные средства оценки состояния посевов в системе почва – растение.

4. Усовершенствовать методы планирования и проведения полевых опытов и приборную базу для повышения эффективности и достоверности информационного обеспечения систем адаптивно-ландшафтного земледелия.

5. Разработать более эффективные алгоритмы оценки земель.

6. На основе базы данных ЛИС можно проводить оценку ситуации на территории и принимать решения относительно размещения не только хозяйственных объектов, но и инвестиций. Геоданные, включенные в разнообразные системы отношений (полиструктурность) с помощью специальных программных приложений можно использовать для получения новой информации.

7. Разработать систему обеспечения ведения кадастра недвижимости и поземельной книги, что станет базой для обеспечения прозрачности рынка земельных участков. Кроме того, в сочетании с открытой инфраструктурой геоданных это еще и предпосылка для осуществления территориального менеджмента, эффективного развития городских и сельских регионов, а также помочь в таких областях, как упорядочение земельной структуры, экономика землевладения и недвижимости.

Таким образом, благодаря ЛИС мы получаем возможность иметь более детальную пространственную дифференциацию, позволяющую производить декомпозицию ландшафтных комплексов в соответствии с принципом полиструктурности. К настоящему времени в работах Бокова В.А., Бобра Т.В., Карпенко С.А., Лычака А.И., Глушченко И.В. определены основные черты и алгоритмы разработки ЛИС, на базе ГИС-моделирования и дешифрирования материалов дистанционного зондирования [2, 3, 8, 9, 10]. В основе этих работ – пространственно-временной территориально-динамичный подход к организации территории, карта элементарных экотопов (в соответствующем масштабе) с вариантами их пространственно-временной интеграции. Для обеспечения ЛИС разработаны ГИС-модели пространственно-временных (пространственно-динамических) местоположений, на основе которых построены картосхемы ландшафтно-экотопических условий, осуществлена оценка земель (экономические, экологические, инженерно-строительные составляющие оценки, оценка

рекреационного потенциала территорий), оценка тепло-влагообеспеченности и функциональное зонирования территории, построены картосхемы распределения составляющих радиационного и теплового балансов.

Комплекс картографических слоев, табличных данных, алгоритмов лег в основу создания ландшафтной информационной системы. В ней представлены информационные слои, алгоритмы перехода от фоновых полей к локальным (несколько уровней), оценок и процедур управления, опирающиеся на детализацию ландшафтно-экотопических условий. Составными частями ландшафтной информационной системы стали комплект карт, показывающих пространственное распределение основных природных явлений, методики перехода от фоновых полей (на уровне мелкомасштабных карт) к детальному распределению ландшафтных параметров (на уровне курупномасштабных карт) и оценок территорий.

Использованием этой системы позволяет производить оценки пространственно-временных траекторий последствий антропогенных воздействий на ландшафты.

Модель управления территорией включает соотношение объектов, субъектов и мероприятий по управлению и воплощается в моделях «Ландшафтной информационной системы» для специалистов, занимающихся территориальным управлением на разных уровнях. Она должна стать основой информационного обеспечения территориально-планировочных решений, оперативного управления территорией, лесоустроительных работ, перехода к ландшафтно-контурному земледелию.

Список литературы

1. Беручашвили Н.Л. Вопросы классификации состояний природных территориальных комплексов//Вопросы географии. - Сб.121. – Ландшафтovedение теория и практика. – М.:Мысль, 1982. – С.73-80.
2. Бобра Т.В. Проблема изучения геозон и экотонизации геопространства в современной географии. // Ученые записки ТНУ. Серия: География, 2004.- Т.17(56).- № 3.- С. 35-46.
3. Бобра Т.В. Ландшафтные границы: подходы к анализу и картографированию.- Симферополь: Таврия-Плюс, 2001.- 165 с.
4. Боков В.А. Пространственно- временные отношения как факторы формирования свойств геосистем // Вестник Московского ун-та. Сер.5. География, 1991. - № 2.- С. 64-75
5. Дьяконов К.Н. Информационный подход к анализу организации геосистем топологического уровня//Вопросы географии. - Сб.127. – Моделирование геосистем. – М.:Мысль, 1986. – С.111-122.
6. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтования. - Новосибирск: Наука, 1979. - 172 с.
7. Ласточкин А.Н., Ландшафтно-геоэкологические исследования на геотопологической основе. - Вестник Санкт-Петербургского университета. 1992 г. Сер. 7. Вып. 2 (№14). с. 33-47.
8. Лычак А.И., Глушенко И.В. ГИС-моделирование экотопической структуры территории объектов природно-заповедного фонда (на примере Карадарского ландшафтного заказника в Крыму) // Ученые записки ТНУ. Серия География, 2003. – Т. 16 (55). – С.101-105.
9. Лычак А.И., Глушенко И.В. Теоретико-методологические основы геоинформационного моделирования экологических состояний геосистем (на примере анализа лесорастительных условий в горном Крыму) // Ученые записки ТНУ. Серия География, 2003. – Т. 16 (55). – С.96-100.
10. Боков В.А., Карпенко С.А., Лычак А.И. Программа построения модели пространственно-временной организации геосистем Крыма на базе ГИС-технологий. // Ученые записки

- Таврійського національного університета ім. В.І. Вернадського. - Серія «Географія». - Том 14 (53). - № 2. - (2002) - С.118-123
11. Преображенський В.С., Александрова Т.Д., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. – М.: Наука, 1988. – 192 с.
 12. Пузаченко Ю.Г., Онуфрена И.А., Алеценко Г.М. Количественные методы классификации форм рельефа. -Известия АП Серия географическая, 2002 г. №6. с. 17-25.
 13. Пузаченко Ю.Г., И.А. Онуфрена, Г.М. Алеценко Анализ иерархической организации рельефа. - Известия АН Серия географическая, 2002 г. №4. с. 29-38.
 14. Пузаченко Ю.Г., Скулкин В.С. Топологические основания выделения систем в географических науках//Вопросы географии. - Сб.104. – Системные исследования природы. – М.:Мысль, 1977. – С.37-54.
 15. Пузаченко Ю.Г. Пространственно-временная иерархия геосистем с позиции теории колебаний//Вопросы географии. - Сб.127. – Моделирование геосистем. – М.:Мысль, 1986. – С.96-111.
 16. Ретеюм А.Ю. О факторах и формах упорядоченности пространства оболочки земли//Вопросы географии. - Сб.104. – Системные исследования природы. – М.:Мысль, 1977. – С.84-95.
 17. Ретеюм А.Ю. Анализ и синтез геосистем: от статики к динамике//Вопросы географии. - Сб.121. – Ландшафтovedение теория и практика. – М.:Мысль, 1982. – С.55-63.
 18. Симонов Ю.Г. Моделирование в географии (гносологические подходы) //Вопросы географии. - Сб.127. – Моделирование геосистем. – М.:Мысль, 1986. – С.11-17
 19. Солнцев Н.А. О морфологии природного географического ландшафта// Вопросы географии. – Сб. 16. – М.:Географиз, 1949. – С.61-86.
 20. Сысуев В.В., Морфометрический анализ геофизической дифференциации ландшафтов. - Известия АН Серия географическая, 2003 г. №4. с. 36-70.

Личак О.І., Боков В.О., Бобра Т.В. Методологічні основи ландшафтної інформаційної системи // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. – 2008. – Серія «Географія». – Т. 21 (60). – № 1. – С. 73-80

Стаття присвячена методології розробки ландшафтно-інформаційної системи (ЛІС), питанням геоінформаційного моделювання ландшафтно-геофізичних показників середовища, обґрунтуються необхідність більш глибокого впровадження Гіс-технологій у практику виявлення, розрахунку й аналізу умов функціонування природно-територіальних комплексів.

Ключові слова: ландшафтна інформаційна система, ландшафти, геоінформаційне моделювання, ландшафтно-геофізичні умови.

Lychak A., Bokov V., Bobra T. Methodological basis of the landscape information system // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V.I. Vernadskogo. – 2008. – Series «Geography». – V. 21 (60). – № 1. – P. 73-80

The paper considers the methodology of the working of the landscape information system, problems of the GIS-modeling of the landscape geophysical parameter of the environment, substantiate of the necessity of the application of the Gis-technology for calculation and analyze condition of the functioning natural territorial complexes.

Keywords: landscapes information system, landscapes, geoinformation modeling, landscape- geophysical conditions.

Поступила в редакцию 05.05.2008 г.