

СЕТЕВЫЕ ПОЧВЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ЦИФРОВЫЕ МОДЕЛИ ПОЧВ

А.В. Иванов, В.Ю. Сафрошкин, Н.Н. Рыбальский

Высокая информационная емкость данных о поверхности Земли от аэро- и космических датчиков, а также значительно выросшие возможности программного обеспечения и мощности вычислительных ресурсов привели к тому, что в международном сообществе почвоведов активно формируется взгляд, что сегодня больше нет необходимости полностью полагаться на информацию, доступную только в форме печатных карт и публикаций (Hartemink, Nortcliff at al., 2008). Принципиально новые, без преувеличения можно сказать революционные, изменения вносит их объединение с возможностями Интернет.

В связи с этим за рубежом разрабатываются новые методы получения, хранения, обработки и представления почвенной информации с использованием современных информационных технологий – международная SOTER (Global..., 1995; Tempel, 2003), европейская EUROPEAN SOIL DATABASE (Finke at al, 2001), австралийская ASRIS (McKenzie at al., 2005), канадская CANSYS (MacDonald, 1992), цифровые модели почв (Dobos at al. 2006). Связанные с моделями климатических изменений и поверхности Земли, они позволяют почвоведом моделировать почвы и почвенные процессы, принимать оперативные решения об изменении систем землепользования, контролировать и предсказывать результаты воздействия человека на окружающую среду. Основными составляющими элементами этих технологий являются сетевые почвенные информационные системы и их ядро – цифровые модели почв и почвенного покрова. Фактически, мы можем говорить о появлении принципиально нового типа почвенных информационных систем. Их основными признаками является использование программных платформ, объединяющих принципы работы с цифровыми геоинформационными данными, реляционными базами данных и использование сетевых протоколов для своей работы.

В истории создания почвенных информационных систем и цифровых моделей почв можно выделить три этапа, определяемые имеющимися на соответствующий момент времени возможностями аппаратного и программного обеспечения:

- этап разнообразия аппаратных и программных платформ
- этап унифицированных аппаратных и программных платформ
- этап объединения компьютеров в глобальную сеть.

Российским почвоведом был внесен существенный вклад в разработку общих идей построения почвенных автоматизированных систем на первом этапе - разработки атрибутивных баз данных (В.А. Рожков, 1983). Последующее развитие компьютерных методов обработки и отображения визуальной информации с использованием пакетов прикладных программ геоинформационного типа значительно изменило работу с геопространственными данными и их представление в удобном и привычном для пользователя виде почвенных карт. Прогресс развития почвенных информационных систем третьего поколения – сетевых - связан с использованием связки реляционных баз данных, ГИС-методов и возможностей глобальной сети интернет, однако проблемы отечественной науки с 90-х годов привели к значительному отставанию исследований в этом направлении. Поэтому, одной из актуальных задач является восстановление работ с использованием опыта собственных и зарубежных разработок по созданию цифровых моделей почв как основы построения сетевых почвенных информационных систем.

Анализ предметной области показывает, что для описания почв используется следующий набор данных, которые могут быть применены для создания цифровых моделей почв:

1. Качественная модель – это либо набор данных из одного-трех слов, имеющих смысл индексов, градаций морфологических признаков почвенных горизонтов, классификационных названий почв, описание типа растительности, почвообразующих пород и т.п., либо короткое текстовые данные, например, общегеографическое описание почвенного разреза или списки методов аналитических исследований, которые также могут быть разбиты на короткие символьные данные. В компьютерном представлении они могут выступать и обрабатываться как символьный тип в базах данных, электронных таблицах. Возможна их обработка методами формальной логики - И, ИЛИ, НЕ, выявление бинарного отношения ПРАВДА/ЛОЖЬ. Удобно их кодирование в цифровой форме целыми числами и последующая обработка статистическими методами ранжирования.
2. Количественная модель – набор конкретных аналитических данных, выражаемых цифровыми значениями конкретных величин - это химические, физические и физико-химические свойства почв, площади почвенных контуров, и т.п. В компьютерных форматах они могут входить в состав баз данных, массивов, параметров аналитической модели и обычно выражаются действительными числами с разной степенью точности, с которыми возможны как конкретные

расчеты, так и формальные логические отношения, упомянутые выше. Эти данные могут быть использованы для статистической обработки, а также как граничные значения при построении одномерных, двумерных и трехмерных математических моделей почв.

3. Одномерная линейная модель - основная модель описания вертикального строения профиля почв - одномерная функция по оси z, или катены почв – линейная функция координат l(x,y). В первом случае данными являются качественные и количественные модели свойств профиля почв по глубине, во втором – для определенной трансекты. Хорошо организуются в базы данных, массивы. Используют данные как символьного, так и числового типов. Возможна обработка расчетными и формальными логическими методами. Дополнительно возможно привлечение растровых форматов изображений.
4. Плоская двумерная модель f(x,y) - в основном используется для картографических целей. В геоинформационных системах чаще всего выражаются полигонами, отражающими географические пространственные закономерности распределения почв. Используют данные символьных и числовых типов, а также векторных и растровых изображений.
5. Объемная трехмерная модель f(x,y,z) – используются для расчетов и моделирования передвижения почвенной влаги, газовой, твердой и живой фаз почв.
6. Временная модель – описывает изменение почв во времени f(t). Обычно задается символьными и цифровыми типами данных. Дополнительно возможно использовать изображения, отображающие развитие профильных и картографических моделей во времени. Цифровые параметры также могут использоваться как начальные значения в аналитических моделях развития почв.

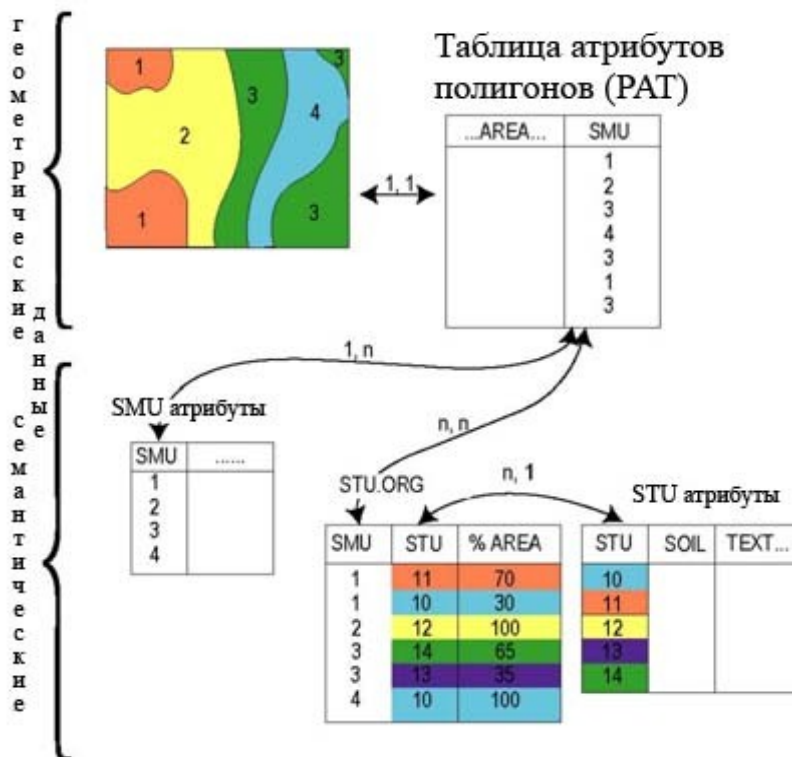


Рис. 1. Принципы объединения геоинформационных и реляционных баз данных.

Хотя перечисленные модели находятся на разных стадиях разработанности, имеющиеся в настоящее время возможности компьютерной обработки данных позволяют интегрировать первые четыре типа моделей в единую цифровую модель. Образно можно сказать, что уже имеющиеся на настоящий момент возможности современных информационных технологий не позволяют почувствовать только вкус и запах почвы.

Логическая модель почвенно-информационной системы строится на принципе объединения геоинформационных и реляционных баз данных и состоит из трех уровней:

- уровень ландшафта, включающий в себя массив геометрических данных компонентов ландшафта;

- уровень компонента ландшафта, включающий в себя таблицу атрибутов полигонов, площадь, почвенные картографические единицы (SMU) и другие параметры;
- уровень почвенного компонента, включающий в себя почвенные типологические единицы, их связь с почвенными картографическими единицами, и массивы семантических данных - таблицы описывающие классификации почв, профили почв и почвенные горизонты.

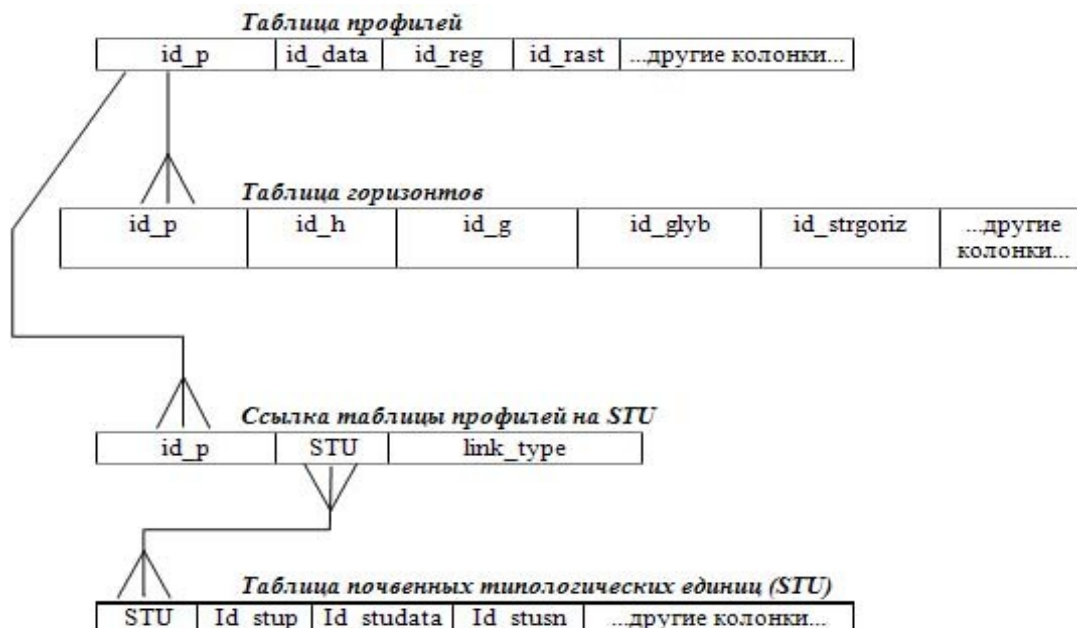


Рис. 2. Структура таблиц профилей, горизонтов и их связь с таблицами картографических единиц.

В настоящее время разработан черновой вариант черновой документации к базе данных морфологических свойств почв. Планируется проведение дополнительных работ по формализации данных и адаптации форматов и почвенной терминологии с используемыми за рубежом.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 06-07-89186).

ЛИТЕРАТУРА:

1. A. Hartemink, S. Nortcliff, D. Dent. Soil - The living skin of planet earth. – Soil Flyer IYPE 2008. - IUSS, 2008. - 2p.
2. Global and National Soils and Terrain Digital Databases (SOTER). / Ed. V.W.P. van Engelen and T.T.Wen. – International Soil Reference and Information Centre, 1995, - 138 p.
3. P. Tempel. SOTER - Global and National Soils and Terrain Digital Databases. Database Structure v3. - Working paper No. 02/01, September 2002. – 93 p.
4. P. Finke, R. Hartwich, R. Dudal, J. Ibáñez, M. Jamagne, D. King, L. Montanarella, N. Yassoglou. Georeferenced Soil Database for Europe. Manual of procedures. Version 1.1. - Edited by European Soil Bureau, 2001. - 178 p.
5. N.J. McKenzie, D.W. Jacquier, D.J. Maschmedt, E.A. Griffin, D.M. Brough. The Australian Soil Resource Information System. Technical specifications. Version 1.5. – 2005. - 93 c.
6. K.B. MacDonald, K.W.G. Valentine. CanSIS/NSDB A General Description. 1992. Centre for Land and Biological Resources Research. Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa. CLBRR Contribution Number 92-35, 40 pp.
7. E. Dobos, F. Carré, T. Hengl, H.I. Reuter, G. Tóth. Digital Soil Mapping as a support to production of functional maps. 2006. EUR 22123 EN, 68 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
8. В.А. Рожков. Автоматизированные информационно-поисковые системы в почвоведении // Изд-во Госстандарта, 52 с., 1983.