

ГИС-АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ ПОЧВЕННЫХ КАРТ

Николай Клебанович, Сергей Прокопович
Белорусский государственный университет

Abstract

The prospect of GIS technology to create and to use of soil maps is stated. Conducted a GIS analysis of soil cover the territory of Cherven District showed the predominance of retisols of large areas isomorphic and asymmetrical shapes, three times less than the average area for podzols with isomorphic form. The most complicated form of areas marked for alluvial soil types. Their coefficients of irregularity boundaries typically less than 0.2, and are fluvial forms of areas. To improve the quality of generalized maps (district, regional) need to use objective methods of automated generalization maps in the digital environment.

Key words: *digital maps, soil, GIS*

Введение

В последние годы все больше исследователей обращаются к проблеме методологии и технологии почвенного картографирования, отмечая, что для традиционной картографии почв характерна значительная субъективность и низкая производительность. На современном этапе развития почвенной картографии ведущую роль занимают технологии географических информационных систем (ГИС). Попытки их использования для картографирования почв показали их большой потенциал для повышения объективности почвенного картографирования и для организации мониторинга почв на разных уровнях обобщения (Сорокина, Козлов, 2012; Савин, 2012; Hartemink, McBratney, Mendonça-Santos, 2008). С 2004 году почти ежегодно проходят международные симпозиумы по проблемам цифрового почвенного картографирования, что свидетельствует о востребованности данного направления. Цифровая почвенная картография – это создание и компьютерное производство почвенных пространственных информационных систем за счет использования полевых и лабораторных методов наблюдений в совокупности с системами логического вывода для пространственных и непространственных почвенных данных (Digital Soil Mapping..., 2007).

В Республике Беларусь вот уже полвека пользуются крупномасштабными (М 1:10000) почвенными картами, которые имеются на примерно 80 % территории страны. В настоящее время проводятся работы по переводу этих карт в цифровую форму, что открывает новые возможности для оперативного создания генерализованных карт более мелких масштабов и разнообразных прикладных карт. РУП «Проектный институт Белгипрозем» ведет создание составного слоя земельных информационных систем (ЗИС) «Почвы» (Методические рекомендации на ..., 2006) посредством оцифровки крупномасштабных почвенных карт сельскохозяйственных организаций М 1: 10 000. Данный слой представляет собой цифровую базу геоданных (БГД), содержащую как пространственную информацию – в виде полигонов, так и атрибутивную – качественно представляющую каждый полигон в виде кодов на уровне почвенной разновидности согласно номенклатурному списку почв Республики Беларусь (Номенклатурный список почв ..., 2003). Следует отметить как высокий уровень количественной информации (десятки тысяч контуров на административный район), так и качественную составляющую БГД «Почвы».

Возможность создания автоматизированных комплексов моделирования почвенных карт появилась в связи с распространением новых методов картографирования, основанных на применении геоинформационных технологий. В Беларуси такие методы получили пока ограниченное распространение, поэтому целью наших исследований было использование ГИС-технологий для анализа содержания крупномасштабных (М 1: 10000 и М 1: 50000) цифровых карт. Математически и пространственно формализованное в цифровом виде представление почвенного покрова Беларуси может служить как целям инвентаризации, пространственного качественного и количественного анализа, земельного кадастра, землеустройства и т.д., так и целям моделирования почвенного покрова на разных уровнях визуализации информации путем интерактивной генерализации в среде ArcGIS (то есть автоматического обновления цифровых крупномасштабных карт и создания средне- и мелкомасштабных), а так же создания производных тематических карт, включая корреляцию национальных и международных классификационных систем в пределах БГД.

Методология исследования и материалы

Почвенная карта представляет собой уменьшенное в соответствии с масштабом изображение почвенного покрова определенной территории, то есть его модель. Картографирование почвенного покрова не есть только метод раскрытия закономерностей пространственного распределения почв, почвенные карты – основа агропроизводственной оценки земель, установления пригодности под сельскохозяйственные культуры, разработки конкретных мероприятий по повышению плодородия почв и их охране.

Как объект исследований почвенный покров возможно формализовать только в виде и посредством почвенной карты. Для пространственного, картометрического, морфометрического, генетико-динамического и др. видов анализа использование бумажных карт трудоемко, а в ряде случаев невозможно. Объект нашего исследования представлен цифровой картой М 1: 10 000 Пуховичского района в виде БГД «Почвы» (18,5 тысяч почвенных контуров). Для исследования почвенного покрова на более низких уровнях визуализации была оцифрована аналоговая районная почвенная карта М 1: 50 000.

Методы исследования почвенного покрова сводятся к широкому применению геометрических, пространственных, статистических, картометрических инструментов программного продукта ArcGIS, а также возможности оперативного моделирования и визуализации почвенной и географической информации.

Как объект картографирования почва имеет ряд особенностей, определяющих специфику составления почвенных карт, в первую очередь изменчивость в пространстве, непрерывность и «невидимость», вынуждающая для диагностики почвенных тел иметь описания почвенных разрезов, количество которых зависит от масштаба картографирования и сложности почвенного покрова картографируемой территории. Результат диагностики, т. е. придания имени (названия) тому или иному почвенному телу, определяется используемой классификацией и служит основой содержания будущей карты.

Для картирования почвенного покрова картографу-почвоведу необходимо провести боковые границы почвенного тела, которые обычно являются диффузными, то есть имеющими некоторые пределы неопределенности (Герасимова, Богданова, Гаврилова, 2010). В почвоведении принято определение боковых границ почвы как вертикальных поверхностей раздела между соседствующими почвенными индивидуумами.

Поскольку почва является сложной структурной системой, она всегда имеет какую-то степень неоднородности. Отсюда задача определения почвенного индивидуума сводится к отысканию тех пределов почвенной неоднородности, которые позволяют говорить о самостоятельном природном теле, отличном от окружающих тел – педоне.

Ряд одинаковых почвенных индивидуумов в своем совместном простирании по площади дают элементарный почвенный ареал (ЭПА), под которым понимается единица почвенного покрова, относящаяся к одной классификационной единице наиболее низкого таксономического ранга, занимающая пространство, со всех сторон ограниченное другими элементарными почвенными ареалами или непочвенными образованиями.

Содержание ЭПА определяется классификационным положением образующей его почвы наиболее низкого таксономического уровня. Геометрия ЭПА описывается его площадью, формой и степенью изрезанности границ, площадь колеблется в очень широком диапазоне. По форме они делятся на три группы: изоморфные, вытянутые и разветвленно-ассиметроидные. Для первых отношение длины наибольшей оси к длине наименьшей не превышает 2, для вторых находится в пределах от 2 до 5, для третьих – больше 5.

При составлении крупномасштабной почвенной карты оценивается возможность нанесения на карту всех ЭПА, площадь которых позволяет наносить их на карту заданного масштаба. Даже при составлении крупномасштабных карт невозможно представить на них все встречающиеся в природе ЭПА. Эта проблема решается методом картографической генерализации, то есть отображения на карте наиболее существенных для целей картографирования особенностей строения почвенного покрова.

Цифровое представление почвенного покрова дает новые возможности картометрического (измерения площадей отдельных контуров) и морфометрического (количественная оценка по картам форм и структур объектов) анализа территории.

Морфометрический ГИС-анализ почвенного покрова Пуховичского района выполнен в программе ArcGIS, по слою «Почвы» ЗИС административного района М 1: 10 000, а также по оцифрованной

районной почвенной карте М 1: 50 000. Определялись такие коэффициенты как КР (коэффициент расчлененности) как частное от деления периметра на площадь контуров и КИ (коэффициент изрезанности), определяемый по формуле $4\pi S / P^2$.

Обсуждение и результаты

Площадь и форма почвенных контуров на картах М 1: 10 000 существенно варьирует (табл. 1). Для дерново-подзолистых почв (Retisol – WRB) типичны крупные ареалы (в среднем 6 га), относительно изоморфной и ассиметричной формы (КР и КИ – более 0.3), так как элементарные почвенные ареалы в генетическом плане, в основном, орогенного и литогенного видов ЭПА. Максимальную среднюю площадь имеют контура, развивающиеся на более тяжелых почвах (главным образом, лессовидных суглинках). Наибольшее как количество контуров, так и их площадь представлены дерново-подзолистыми почвами супесчаного гранулометрического состава.

Таблица 1

Морфометрические параметры контуров отдельных почв Пуховичского района

Почва	М 1: 10000				М 1: 50000			
	S _{ср}	КР	КИ	N	S _{ср}	КР	КИ	N
ДП на суглинках	11.393	0.125	0.192	465	53.253	0.075	0.279	170
ДП на супесях	6.453	0.130	0.286	4465	53.471	0.074	0.415	1243
ДП на песках	2.636	0.246	0.393	2056	64.045	0.071	0.395	606
ДПБ ₁	6.538	0.269	0.153	4111	9.796	0.102	0.260	1106
ДПБ ₂	4.436	0.299	0.162	4225	9.947	0.101	0.272	986
ДПБ ₃	1.451	0.393	0.341	350	10.813	0.092	0.365	43
ДПБ ₄	1.603	0.371	0.389	159	9.402	0.106	0.459	86
ДБ ₂	4.722	0.319	0.162	929	8.492	0.118	0.313	175
ДБ ₃	2.809	0.391	0.186	1170	8.118	0.123	0.357	267
ТБ _{1н}	2.621	0.389	0.254	435	8.822	0.113	0.383	357
ТБ _{2н}	3.331	0.333	0.242	843	11.243	0.089	0.270	309
ТБ _{3н}	6.040	0.147	0.273	1853	15.384	0.065	0.341	157
ТБ _{1в}	2.128	0.361	0.346	94	8.552	0.117	0.524	121
ТБ _{2в}	2.722	0.316	0.357	88	12.119	0.083	0.407	189
ТБ _{3в}	6.311	0.190	0.336	99	30.921	0.032	0.326	142
АДБ ₂	4.544	0.295	0.127	439	13.132	0.076	0.120	64
АДБ ₃	4.468	0.300	0.130	393				
АДБ ₄	1.792	0.434	0.223	124				
АТДБ	1.843	0.478	0.251	62	20.521	0.049	0.202	190
АТБ ₂	1.551	0.449	0.257	190				
АТБ ₃	6.403	0.168	0.242	840				
АП	3.342	0.240	0.306	2074	13.853	0.072	0.340	254

S_{ср} – средний размер контура (га), КР – коэффициент расчлененности, КИ – коэффициент изрезанности границ, N – количество контуров;

Почвы: ДП – дерново-подзолистые, ДПБ₁ – дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные, ДПБ₂ – дерново-подзолистые глееватые, ДПБ₃ – дерново-подзолистые глеевые, ДПБ₄ – дерново-подзолистые глееватые и глеевые с иллювиально-гумусовым горизонтом и ортштейно-глеевые, ДБ₂ – дерново-глееватые, ДБ₃ – дерново-глеевые, ДБ₄ – дерново-перегнойно-глеевые, ТБ_{1н} – торфянисто-глеевые низинного типа, ТБ_{2н} – торфяно-глеевые низинного типа, ТБ_{3н} – торфяные низинного типа, ТБ_{1в} – торфянисто-глеевые верхового типа, ТБ_{2в} – торфяно-глеевые верхового типа, ТБ_{3в} – торфяные верхового типа, АДБ₂ – аллювиальные дерново-глееватые, АДБ₃ – аллювиальные дерново-глеевые, АДБ₄ – аллювиальные иловато-перегнойно-глеевые, АТДБ – аллювиальные иловато-торфянисто-глеевые, АТБ₂ – аллювиальные торфяно-глеевые, АТБ₃ – аллювиальные торфяные, АП – антропогенно-преобразованные.

Значительно уступают им по размерам контура дерново-подзолистых заболоченных почв (Retisol gleyic/stagnic – WRB) – в среднем 1.5–6.5 га. Контура данного типа в значительной степени дифференцированы в зависимости от степени увлажнения. Если дерново-подзолистые глеевые и глеевые с иллювиально-гумусовым горизонтом (Podzol – WRB) в среднем имеют площадь менее 2 га и в большинстве своем изоморфной формы (КИ более 0.3), то дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные и глееватые соизмеримы с автоморфными (от 4 до 13 га) с вытянутыми и разветвленно-ассиметричными формами границ, что подтверждают относительно низкие коэффициенты изрезанности (КИ – 0.10-0.15).

Такие же формы границ характерны и для дерновых заболоченных почв (Gleysol – WRB), но в среднем по размеру данные контура почти в два раза меньше. Генетически контура этих двух типов почв в отличие от дерново-подзолистых почв, относятся к гидрогенному виду ЭПА.

Наиболее сложную форму имеют ЭПА аллювиальных дерновых и дерновых заболоченных и аллювиальных болотных типов почв. Их коэффициенты изрезанности границ обычно меньше 0.2 и относятся к флювиальным видам ЭПА.

ЭПА торфяно-болотных почв имеют большое разнообразие форм, средний размер контуров колеблется от 0.8 до 11 га.

Районные почвенные карты Беларуси создаются в масштабе 1: 50 000, и, несмотря на то, что данные карты относятся к крупномасштабным, основным способом отражения почвенного покрова на них является способ генерализации картографического материала М 1: 10 000. Учитывая ценз отбора, традиционно принятый для почвенных карт – 0.5 см² на карте, на районной почвенной карте не должно быть почвенных контуров с размерами менее 12 га. Учитывая данные таблицы 1, только дерново-подзолистые почвы возможно отразить на районных картах относительно достоверно. Остальные контура в той или иной степени должны подвергнуться как геометрической, так и классификационной генерализации, что повлечет к неизбежному укрупнению таксонов легенды и слиянию контуров, как следствие, уменьшению расчленения и изрезанности границ.

В целом коэффициенты расчленения и изрезанности характеризуют укрупненные и сглаженные контура. Наибольшую извилистость границ на районной карте М 1: 50000 сохранили аллювиальные дерновые заболоченные и аллювиально болотные типы почв. Многим аллювиальным почвам из-за узкой формы контуров не нашлось места на районной карте (табл. 1). В целом на районной карте Пуховичского района осталось только 86 таксонов легенды из 458 и 3956 контуров из 18501, то есть значительное количество информации не нашло своего отражения. Средний размер контура увеличился с 6.7 до 31.4 га, КР уменьшился с 0.64 до 0.21. Недостаточное отражение особенностей почвенного покрова на генерализованных картах убедительно указывает на необходимость использования объективных автоматизированных методов генерализации карт для повышения их качества.

Выводы и предложения

При цифровых технологиях существует возможность отразить значительно больше пространственной, количественной и качественной информации о почве как объекте картографирования (суммарная длина границ контуров, средняя площадь контуров отдельных почвенных разновидностей, форма границ) в отличие от традиционных способов визуализации. Главным отличием при цифровом картографировании выступает возможность ГИС-анализа, позволяющего в большей степени учитывать содержательные и географические аспекты картографирования, проводить пространственный анализ почвенного покрова любой территории, а также учитывать геометрию и морфометрию почвенных контуров, которая представляет собой следствие действия факторов дифференциации почвенного покрова и в то же время может служить индикатором характера связей между компонентами почвенного покрова.

Наибольшими коэффициентами изрезанности границ ($K_{изр}$ 0,1–0,2) и расчлененности, а, следовательно, и большей сложностью почвенного рисунка характеризуются временно избыточно увлажненные и глееватые почвы, на границы ЭПА которых значительное влияние, кроме воды как фактора почвообразования, оказывает гипсометрическое положение и пластика рельефа.

Для повышения качества генерализованных карт (районных, областных и прочих) необходимо использование объективных автоматизированных методов генерализации карт в цифровой среде.

Литература

1. Digital Soil Mapping : An introductory perspective / Eds. : P. Lagacherie, A. B. McBratney, M. Voltz. (2007). Amsterdam: Elsevier, 600 p.
2. Hartemink, A. E., McBratney, A., Mendonça-Santos M. L. (2008) Digital Soil Mapping with Limited Data / A. E. Hartemink, A. McBratney, M. L. Mendonça-Santos. – Springer: [s.n.]. 445 p.
3. Герасимова, М. И., Богданова, М. Д., Гаврилова, И. П. (2010). Мелкомасштабное почвенное картографирование. / М. И. Герасимова, М. Д. Богданова, И. П. Гаврилова. М. : АПР Географический ф-т МГУ. 90 с.

4. Методические рекомендации на выполнение работ по созданию тематического слоя «Почвы» земельно-информационной системы (2006). Минск: Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. 63 с.
5. Номенклатурный список почв Беларуси (для целей крупномасштабного картографирования) / Н. И. Смеян [и др.] (2003). Минск, 43 с.
6. Савин, И. Ю. (2012) Компьютерная имитация картографирования почв / И. Ю. Савин. Из: Цифровая почвенная картография : теоретические и экспериментальные исследования. / редкол.: А. Иванов, Л. М. : Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, с. 26-30.
7. Сорокина, Н. П., Козлов, Д. Н. (2009) Возможности цифрового картографирования структуры почвенного покрова / Н. П. Сорокина, Д. Н. Козлов. Из: Почвоведение. № 2. с. 198-210.

Информация об авторах

Николай Клебанович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент. Заведующий кафедрой почвоведения и земельных информационных систем Белорусского государственного университета. Адрес: Республика Беларусь 220030 г. Минск, пр. Независимости, 4. Tel. +375-17-2095487, fax. +375-17-2095015, e-mail: N_Klebanovich@inbox.ru.

Сергей Прокопович, старший преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем Белорусского государственного университета. Адрес: Республика Беларусь 220030 г. Минск, пр. Независимости, 4. Tel. +375-17-2095487, fax. +375-17-2095015, e-mail: ProkopovichSN@bsu.by