

УДК 631.42+528.946

КАРТОМЕТРИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СРЕДСТВАМИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Н. В. КЛЕБАНОВИЧ¹⁾, С. Н. ПРОКОПОВИЧ¹⁾, А. А. САЗОНОВ¹⁾, А. С. КУЛИКОВА¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь

Исследуются картометрические и генетико-морфологические характеристики почвенного покрова трех административных районов Беларуси – Клецкого, Пуховичского и Червенского – в масштабном ряду 1:10 000, 1:50 000 и 1:200 000. С помощью технологий ГИС-анализа изучена не только классификационная принадлежность почвенных контуров, но и их геометрия и морфометрия, что дает основание говорить о качественно новом уровне анализа – генетико-геометрическом. Благодаря обработке масштабного ряда почвенных карт и выделению основных генетико-геометрических характеристик (площадь, форма и степень изрезанности границ элементарных почвенных ареалов) получен значительный объем инвентаризационных и картометрических данных, последующая оценка которых показала высокий авторский субъективизм при составлении почвенных карт среднего и мелкого масштаба, в частности необоснованное завышение доли и средней площади дерново-подзолистых почв за счет массового поглощения соседних контуров, преимущественно полугидроморфных. Результаты исследования направлены на оценку точности и достоверности аналоговых почвенных карт в сравнении с цифровым представлением почвенного покрова, а также призваны способствовать разработке более точных и объективных алгоритмов составления и анализа последних.

Ключевые слова: цифровая почвенная картография; элементарный почвенный ареал; земельные информационные системы; базы геоданных; ГИС-анализ.

CARTOMETRICS AND GENETIC-MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL COVER BY MEANS OF GIS-TECHNOLOGIES

N. V. KLEBANOVICH^a, S. N. PROKOPOVICH^a, A. A. SAZONOV^a, H. S. KULIKOVA^a

^aBelarusian State University, Niezaliežnasci Avenue, 4, 220030, Minsk, Belarus

Corresponding author: S. N. Prokopovich (prokopovichsn@bsu.by)

The article presents a study cartometric and genetic-morphometric characteristics of the soil cover three administrative regions of Belarus Kletsk, Puhovichi and Cherven, a scale number 1:10 000, 1:50 000, 1:200 000. The application of technology to the GIS analysis allowed us to analyze not only the classification belonging to the soil contours but also

Образец цитирования:

Клебанович Н. В., Прокопович С. Н., Сазонов А. А., Куликова А. С. Картометрическая и генетико-морфологическая характеристика почвенного покрова средствами ГИС-технологий // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология. 2017. № 2. С. 92–102.

For citation:

Klebanovich N. V., Prokopovich S. N., Sazonov A. A., Kulikova H. S. Cartometrics and genetic-morphological characteristics of the soil cover by means of GIS-technologies. *J. Belarus. State Univ. Geogr. Geol.* 2017. No. 2. P. 92–102 (in Russ.).

Авторы:

Николай Васильевич Клебанович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; декан географического факультета.
Сергей Николаевич Прокопович – старший преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета.
Алексей Александрович Сазонов – лаборант научно-исследовательской лаборатории экологии ландшафтов географического факультета.
Анна Сергеевна Куликова – лаборант научно-исследовательской лаборатории экологии ландшафтов географического факультета.

Authors:

Nikolai Klebanovich, doctor of science (agriculture), docent; dean of the faculty of geography.
n_klebanovich@inbox.ru
Sergey Prokopovich, senior lecturer at the department of soil science and land information systems, faculty of geography.
prokopovichsn@bsu.by
Aliaksei Sazonov, assistant at the scientific research laboratory of landscape ecology, faculty of geography.
alexey.szonov@gmail.com
Hanna Kulikova, assistant at the scientific research laboratory of landscape ecology, faculty of geography.
annakulikova2013@mail.ru

their geometry and morphometry, which gives grounds to speak about a qualitatively new level of analysis – genetic and geometric. Treatment of a number of large-scale soil maps and identifying the main genetic and geometric characteristics – the size, shape and degree of irregularity of the boundaries of the elementary soil areas, allowed us to obtain a significant amount of inventory and cartometrics data, subsequent evaluation of which showed a high authorial subjectivity in the preparation of soil maps of small and medium scale, in particular, unjustified overstatement of the share and average area of sod-podzolic soils due to massive absorption of neighboring contours, mainly palpating. The results of a study aimed at assessing the accuracy and reliability of the analogue soil maps in comparison with the digital representation of the soil for the development of more accurate and objective algorithms compile and analyze the latter.

Key words: digital soil mapping; elementary soil areas; land information systems; geodatabases; GIS analysis.

Введение

Почва является одним из самых сложных объектов картографирования среди компонентов ландшафта. Она образуется в ходе почвообразовательного процесса – совокупности явлений превращения и перемещения веществ и энергии под влиянием Солнца в поверхностном слое горных пород при взаимодействии живых организмов и продуктов их распада с минеральными соединениями горных пород, воды и воздуха.

Как сложная открытая динамическая система, почва представляет собой одновременно и результат взаимодействия факторов почвообразования, и ту среду, в которой этот процесс осуществляется в настоящее время [1].

Почвенная карта – это уменьшенное в соответствии с масштабом изображение почвенного покрова (далее – ПП) определенной территории, т. е. его модель. В нее включается также описание непочвенных образований, находящихся на границе литосферы и атмосферы и выполняющих в ландшафте функции почв (выходы рыхлых или плотных пород, отвалы горных разработок и т. д.).

Картографирование ПП – это не только метод раскрытия закономерностей пространственного распределения почв. Почвенные карты являются основой для агропроизводственной оценки почв и разработки конкретных мероприятий, направленных на повышение их плодородия, охрану и наиболее эффективное использование [2].

Материалы и методика исследования

Как объект исследований почвенный покров можно формализовать только в виде и посредством почвенной карты. Для пространственного, карто-, морфометрического, генетико-динамического и других видов анализа использование бумажных карт является излишне трудоемким, а в ряде случаев в принципе невозможно. Этим и обусловлен выбор объектов и территории исследования, представленный цифровыми картами в масштабе 1 : 10 000 Клецкого, Пуховичского и Червенского районов в виде баз геоданных «Почвы» (всего 35 882 почвенных контура).

Для исследования ПП на более низких уровнях визуализации были оцифрованы:

1) почвенные карты в масштабе 1 : 50 000 Клецкого (2004), Пуховичского (2000) и Червенского (2001) районов, составленные РУП «Белгипрозем», – всего 7478 почвенных контуров;

2) почвенная карта в масштабе 1 : 200 000 Минской области (1969), составленная Белорусским научно-исследовательским институтом почвоведения и агрохимии (ныне – РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси), – всего 27 349 почвенных контуров.

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

Являясь объектом картографирования, почва имеет ряд особенностей, определяющих специфику составления почвенных карт и связанные с этим проблемы:

- почвам, как и другим природным объектам, свойственна изменчивость в пространстве. Будучи результатом взаимодействия семи факторов почвообразования, каждый из которых подчиняется собственным закономерностям, почва в большей или меньшей степени отражает их влияние. Преобразование одного из факторов влечет за собой трансформацию свойств отдельных почвенных горизонтов и/или почвы в целом. Отклонение от центрального образа при изменении одного или нескольких факторов приводит к появлению либо «новой» почвы, либо сложных переходных зон между почвами;

- почва невидима (в отличие от растительности, гидрографической сети и многих других природных объектов). Для диагностики почвенных тел необходимо иметь описание почвенных разрезов, количество которых зависит от масштаба картографирования и сложности ПП картографируемой территории. Результат диагностики, т. е. придания имени (названия) тому или иному почвенному телу, определяется

используемой классификацией и служит основой содержания будущей карты. Невидимость почвенных тел создает весьма непростую проблему их разделения в пространстве, которая решается путем привлечения сведений о видимых факторах почвообразования – рельефе и растительности, иногда – о почвообразующей породе;

- почвенный покров на суше в целом представляет собой непрерывное образование. Его прерывают лишь водные объекты (реки, озера), природные непочвенные тела (выходы плотных пород, незакрепленные пески, ледники), техногенные поверхностные образования и конструкции (строения и промышленные объекты, карьеры и отвалы, дороги, аэродромы) [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Крупномасштабное картографирование ПП. Наиболее распространенным уровнем почвенно-картографических исследований как в Беларуси, так и за рубежом являются крупномасштабные почвенные карты. В Республике Беларусь они представлены в масштабах до 1 : 50 000, причем ПП сельскохозяйственных земель описывается почвенными картами сельскохозяйственных производственных кооперативов в масштабе 1 : 10 000; земель лесного фонда – почвенными картами лесного хозяйства в масштабе 1 : 25 000. В целом почвенный покров административного района представлен генерализированной почвенной картой в масштабе 1 : 50 000. По этой причине ПП, как объект именно полевого почвенного картографирования, целесообразно рассматривать только в масштабе до 1 : 10 000 [4].

Для картирования ПП картографу-почвоведу необходимо провести боковые границы почвенного тела, но, поскольку покров суши является сплошным и почвы переходят одна в другую чаще всего постепенно, без резко выраженных линий раздела, граница между двумя разными почвами становится диффузной и трудно выделяется в натуре. Однако это не означает, что она отсутствует, – просто диффузная граница имеет некоторый рубеж неопределенности [5]. В почвоведении принято определение боковых границ почвы как вертикальных поверхностей раздела между соседствующими почвенными индивидуумами.

Поскольку почва является сложной структурной системой, она всегда имеет некую степень неоднородности. Следовательно, задача определения почвенного индивидуума сводится к поиску тех пределов почвенной неоднородности, которые позволяют говорить о самостоятельном природном теле, отличном от окружающих. Таким образом, почвенный индивидуум (или педон – по терминологии современной школы США; почвенная особь; элементарная единица почвы) – это минимальный объем почвы, горизонтальные размеры которого достаточно большие, чтобы иметь полный спектр вариабельности соотношений генетических горизонтов, и который соответствует минимальной горизонтальной неоднородности почвы по диагностическим признакам [3].

Несколько одинаковых почвенных индивидуумов в своем совместном простираии по площади дают элементарный почвенный ареал (ЭПА), под которым понимается единица ПП, относящаяся к одной классификационной категории наиболее низкого таксономического ранга, занимающая пространство, со всех сторон ограниченное другими ЭПА или непочвенными образованиями [6]. Аналогичными понятию ЭПА являются в разное время введенные в науку термины: «полипедон» (школа США, 1960); «педотоп» (Э. Эвальд, 1966); «женон» (Ж. Булей, 1969) [3].

При почвенной полевой съемке в масштабе 1 : 10 000 почвоведу-картографу необходимо установить в натуре и показать на карте не только границы перехода между типами, подтипами и видами почв, но и разновидности почв по гранулометрическому составу, генезису и характеру почвообразующих пород, т. е. единице наиболее низкого таксономического ранга в национальной почвенной классификации Беларуси.

Для выявления объектов картографирования ПП также важно рассматривать почвы как элемент ландшафта. Только знание связей между его компонентами, наблюдаемыми непосредственно на местности, топографических картах или аэрокосмических снимках, и почвами, определяемыми по данным, полученным непосредственно в полевых условиях при описании разрезов, позволяет вести почвенное картографирование в крупных масштабах. Содержание ЭПА обуславливается 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 ЭПА разделяются на три группы [7]:

- изоморфные;
- вытянутые;
- разветвленно-асимметричные.

Для первой из них отношение длины наибольшей оси к длине наименьшей не превышает двух раз, для второй находится в пределах от двух до пяти, для третьей составляет более пяти раз. Границы ЭПА выявляют, наносят на карту и увязывают с соседними контурами, как правило, в поле. Место в структуре

ППП определяется положением ЭПА в почвенных комбинациях: сочетаниях, мозаике, комплексах, пятнистости, вариациях, ташетах. При создании крупномасштабной почвенной карты оценивается возможность нанесения на нее всех ЭПА, площадь которых удовлетворяет цензу отбора. Даже при построении крупномасштабных карт невозможно представить на них все встречающиеся в природе ЭПА. Эта проблема решается методом картографической генерализации [1].

Картографическая генерализация ППП – это выделение и отображение на карте наиболее существенных для целей картографирования особенностей его строения, выявление закономерностей взаиморасположения мелких почвенных контуров и определение их места в структуре почвенного покрова [8]. При обнаружении множества мелких по площади ЭПА, не поддающихся нанесению на карту в данном масштабе, вычлняются сложные почвенные контуры, где основной фон составляют преобладающие почвы, а все остальные ЭПА подвергаются геометрической или классификационной генерализации.

Цифровое представление ППП открывает новые возможности карто- и морфометрического анализа территории. Эти графоаналитические приемы, предназначенные для измерения и исчисления по картам различных количественных величин, традиционно развивались главным образом применительно к топографическим картам. Лишь в XXI в. карто- и морфометрические определения были распространены на тематические карты, в первую очередь почвенные. К основному картометрическому измерению по почвенным картам относится выявление площадей отдельных контуров. Морфометрия изучает и разрабатывает способы количественной оценки по картам форм и структур объектов. Ключевыми морфометрическими характеристиками служат показатели формы, концентрации объектов, глубина и густота расчленения. Для вычисления морфометрических показателей, как правило, используют картометрические величины.

В настоящее время карто- и морфометрия развиваются преимущественно в двух направлениях. Одно из них – разработка количественных морфометрических показателей синтетического характера, таких, например, как коэффициент общего расчленения территории, совмещающий оценку горизонтального и вертикального расчленения. Другая тенденция направлена на то, чтобы упростить известные способы измерения и исчисления количественных величин по картам с внедрением вероятностно-статистических приемов, позволяющих быстро и достаточно надежно собрать количественные показатели для обширных территорий.

Морфометрические показатели, которые вычисляются по картам, сами могут стать сюжетом для тематического картографирования. В хозяйственной практике наиболее известны морфометрические карты рельефа – уклонов местности, глубины и густоты расчленения (например, в издании «Национальный атлас Беларуси»).

В процессе картометрических исследований в почвоведении на первый план выходит изучение структуры и конфигурации почвенных ареалов. Современные цифровые, в первую очередь геоинформационные (ГИС), технологии позволяют оперативно обрабатывать большие объемы данных, в автоматизированном режиме рассчитывать площадь, длину, периметр, угол наклона, экспозицию склонов и др.

Морфометрический ГИС-анализ ППП Клецкого, Пуховичского и Червенского районов выполнен в программе ArcGIS по слою «почвы» земельно-информационной системы (ЗИС) административных районов в масштабе 1 : 10 000 (табл. 1), а также по оцифрованным районным почвенным картам в масштабе 1 : 50 000 (табл. 2) и областной карте в масштабе 1 : 200 000 (табл. 3). Несмотря на то что эти районы почти полностью располагаются в одной физико-географической провинции, генетико-геометрически и морфологически ЭПА существенно контрастируют.

Анализ почвенных карт и инвентаризация ППП данных районов четко указывают на преобладание полугидроморфных почв над автоморфными в Пуховичском и Червенском районах (на 11,6 и 6,0 % соответственно) и обратную ситуацию – в Клецком районе (автоморфные почвы доминируют над полугидроморфными на 7,1 %), что объясняется простираем северо-восточной части Клецкого района не в Предполесской, а в Центрально-Белорусской физико-географической провинции.

Площадь почвенных контуров на самом нижнем уровне картографирования, а именно почвенной разновидности, колеблется в очень широком диапазоне (см. рисунок). Для дерново-подзолистых почв типичны крупные ареалы (в среднем более 6–7 га) относительно изоморфной и асимметричной формы (коэффициенты расчлененности и изрезанности границ (формулы (1), (2)) составляют более 0,3), поскольку генетически ЭПА в основном орогенного и литогенного видов.

$$КР = P/S, \quad (1)$$

где КР – коэффициент расчлененности; P – периметр, км; S – площадь, га.

$$K_{изр} = 4\pi S/P^2, \quad (2)$$

где $K_{изр}$ – коэффициент изрезанности границ; S – площадь, км²; P – периметр, км.

Генетико-морфометрическая характеристика почвенного покрова агроландшафтов в масштабе 1:10 000

Table 1

Genetic-morphometric characteristics of the soil cover of agrolandscapes of scale 1:10 000

Почва	Район														
	Клецкий				Пуховичский				Червенский						
	S_{cp} , га	КР	$K_{изр}^1$	$K_{изр}^2$	N	S_{cp} , га	КР	$K_{изр}^1$	$K_{изр}^2$	N	S_{cp} , га	КР	$K_{изр}^1$	$K_{изр}^2$	N
ДП на суглинках	16,544	0,092	0,240	0,492	341	11,393	0,125	0,192	0,481	465	11,677	0,133	0,283	0,426	288
ДП на супесях	10,561	0,093	0,236	0,490	2144	6,453	0,130	0,286	0,526	4465	7,208	0,142	0,301	0,494	3409
ДП на песках	4,770	0,169	0,335	0,578	237	2,636	0,246	0,393	0,562	2056	3,033	0,237	0,435	0,581	1111
ДПБ ₀	5,898	0,262	0,295	0,422	39	3,032	0,283	0,352	0,481	371	3,853	0,261	0,385	0,494	240
ДПБ ₁	13,519	0,236	0,100	0,349	1073	6,538	0,269	0,153	0,396	4111	6,168	0,269	0,195	0,359	3425
ДПБ ₂	7,505	0,296	0,118	0,416	855	4,436	0,299	0,162	0,396	4225	3,852	0,323	0,184	0,378	3195
ДПБ ₃	1,527	0,355	0,399	0,720	87	1,451	0,393	0,341	0,569	350	1,413	0,437	0,317	0,527	298
ДПБ ₄	2,351	0,198	0,099	0,369	3	1,603	0,371	0,389	0,466	159	1,894	0,345	0,477	0,410	60
ДБ ₁	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ДБ ₂	7,838	0,270	0,161	0,334	221	4,722	0,319	0,162	0,342	929	3,388	0,393	0,175	0,349	525
ДБ ₃	7,006	0,307	0,122	0,361	284	2,809	0,391	0,186	0,403	1170	2,200	0,481	0,186	0,361	714
ДБ ₄	5,413	0,221	0,477	0,477	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ТДБ _в	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
ТДБ _н	–	–	–	–	–	8,563	0,174	0,351	0,430	23	1,586	0,395	0,514	0,571	3
ТБ _{1н}	3,130	0,288	0,315	0,575	33	2,621	0,389	0,254	0,405	435	2,279	0,492	0,187	0,370	316
ТБ _{2н}	5,406	0,300	0,212	0,396	149	3,331	0,333	0,242	0,414	843	2,522	0,435	0,221	0,368	495
ТБ _{3н}	11,134	0,125	0,209	0,450	243	6,040	0,147	0,273	0,431	1853	5,030	0,201	0,220	0,386	1163
ТБ _{1в}	3,363	0,315	0,355	0,427	3	2,128	0,361	0,346	0,476	94	0,838	0,575	0,325	0,585	32
ТБ _{2в}	4,338	0,274	0,386	0,386	1	2,722	0,316	0,357	0,430	88	1,934	0,408	0,331	0,310	21
ТБ _{3в}	5,056	0,197	0,580	0,654	2	6,311	0,190	0,336	0,440	99	0,693	0,827	0,226	0,330	6
АДБ ₀	–	–	–	–	–	0,827	0,441	0,658	0,725	7	–	–	–	–	–
АДБ ₁	–	–	–	–	–	0,225	0,822	0,653	0,718	27	1,440	0,485	0,304	0,450	12
АДБ ₂	5,321	0,307	0,204	0,327	46	4,544	0,295	0,127	0,386	439	2,402	0,490	0,144	0,336	148
АДБ ₃	4,237	0,294	0,223	0,437	127	4,468	0,300	0,130	0,373	393	3,061	0,422	0,128	0,317	94

Почва	Район																	
	Клецкий						Пуховичский						Червенский					
	$S_{\text{ср, га}}$	КР	$K_{\text{изр}}^1$	$K_{\text{изр}}^2$	N	$S_{\text{ср, га}}$	КР	$K_{\text{изр}}^1$	$K_{\text{изр}}^2$	N	$S_{\text{ср, га}}$	КР	$K_{\text{изр}}^1$	$K_{\text{изр}}^2$	N			
ДПБ ₃	10,856	0,092	0,333	0,433	5	10,813	0,092	0,365	0,533	43	11,296	0,089	0,500	0,552	64			
ДПБ ₄	11,617	0,086	0,240	0,483	32	9,402	0,106	0,459	0,545	86	10,007	0,100	0,534	0,607	34			
ДБ ₁	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
ДБ ₂	9,344	0,107	0,204	0,334	57	8,492	0,118	0,313	0,441	175	10,368	0,096	0,342	0,446	80			
ДБ ₃	7,304	0,137	0,211	0,291	63	8,118	0,123	0,357	0,456	267	10,413	0,096	0,379	0,483	119			
ДБ ₄	12,674	0,079	0,277	0,456	17	9,182	0,109	0,355	0,453	36	11,269	0,089	0,376	0,451	15			
ТДБ _в	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
ТДБ _н	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
ТБ _{1н}	10,038	0,100	0,286	0,418	36	8,822	0,113	0,383	0,626	357	11,059	0,090	0,344	0,518	117			
ТБ _{2н}	12,016	0,083	0,190	0,364	47	11,243	0,089	0,270	0,561	309	14,109	0,071	0,234	0,379	92			
ТБ _{3н}	13,494	0,074	0,366	0,474	33	15,384	0,065	0,341	0,543	157	17,877	0,056	0,375	0,496	45			
ТБ _{1в}	9,445	0,106	0,450	0,579	43	8,552	0,117	0,524	0,623	121	10,048	0,100	0,497	0,642	49			
ТБ _{2в}	9,830	0,102	0,344	0,563	24	12,119	0,083	0,407	0,516	189	10,449	0,096	0,490	0,628	67			
ТБ _{3в}	15,327	0,065	0,504	0,565	16	30,921	0,032	0,326	0,461	142	22,550	0,044	0,442	0,607	55			
АДБ ₀	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
АДБ ₁	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
АДБ ₂	9,344	0,107	0,280	0,368	8	13,132	0,076	0,120	0,363	64	10,076	0,099	0,173	0,282	21			
АДБ ₃	9,347	0,107	0,234	0,421	17	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
АДБ ₄	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
АГДБ	17,994	0,056	0,138	0,192	63	20,521	0,049	0,202	0,452	190	–	–	–	–	–			
АГБ ₁	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11,223	0,089	0,145	0,267	15			
АГБ ₂	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–			
АГБ ₃	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	14,388	0,070	0,187	0,341	29			
АП	10,639	0,094	0,325	0,411	72	13,853	0,072	0,340	0,513	254	13,898	0,072	0,380	0,467	110			

Генетико-морфометрическая характеристика почвенного покрова в масштабе 1 : 200 000

Genetic-morphometric characteristics of the soil cover of agrolandscapes of scale 1 : 200 000

Почва	Район											
	Клецкий				Пуховичский				Червенский			
	$S_{\text{ср}}$, га	КР	$K^1_{\text{иср}}$	N	$S_{\text{ср}}$, га	КР	$K^1_{\text{иср}}$	N	$S_{\text{ср}}$, га	КР	$K^1_{\text{иср}}$	N
ДП	294,227	0,029	0,488	125	153,283	0,039	0,535	455	166,724	0,038	0,538	343
ДПБ ₀	58,414	0,061	0,573	7	74,339	0,060	0,527	37	39,217	0,074	0,592	2
ДПБ ₁	173,281	0,049	0,389	50	96,192	0,059	0,455	111	88,758	0,054	0,522	110
ДПБ ₂	146,173	0,050	0,414	29	112,138	0,058	0,421	111	108,596	0,051	0,500	58
ДПБ ₃	175,959	0,055	0,234	1	94,458	0,060	0,415	12	129,401	0,051	0,414	24
ДПБ ₄	76,925	0,043	0,899	1	43,373	0,064	0,708	1	72,340	0,051	0,665	1
ДБ ₂	–	–	–	–	147,439	0,060	0,336	17	45,097	0,076	0,533	8
ДБ ₃	206,710	0,055	0,297	36	105,884	0,057	0,446	93	87,753	0,062	0,452	35
ДБ ₄	–	–	–	–	130,485	0,055	0,396	41	103,065	0,081	0,186	1
ТБ _н	123,959	0,049	0,454	18	169,327	0,044	0,467	153	185,034	0,043	0,411	78
ТБ _в	66,185	0,061	0,516	4	75,388	0,053	0,589	61	148,843	0,039	0,537	16
АДБ ₂	–	–	–	–	388,224	0,044	0,296	9	97,995	0,067	0,289	3
АДБ ₃	167,859	0,073	0,165	3	153,293	0,050	0,396	11	185,262	0,045	0,390	3
АТБ _н	313,379	0,040	0,325	22	377,885	0,036	0,341	41	358,119	0,044	0,282	19

картографического материала в масштабе 1 : 10 000. Учитывая ценз отбора, традиционно принятый для почвенных карт (0,5 см²), на районной почвенной карте не должно быть контуров размером менее 12 га. Согласно данным табл. 1 только два типа почв (дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные) можно отобразить на районных картах относительно достоверно. Остальные контуры в той или иной степени должны подвергнуться как геометрической, так и классификационной генерализации, что приведет к неизбежному укрупнению таксонов легенды (для аналоговых почвенных карт Клецкого, Пуховичского и Червенского районов – 68; 86 и 72 разновидности соответственно) и слиянию контуров, а следовательно, к уменьшению коэффициентов расчленения и изрезанности границ [9].

Именно по субъективным причинам на районных почвенных картах в значительной степени укрупнены контуры дерново-подзолистых почв, развивающихся на суглинках (более чем в 5 раз) и песках (более чем в 10–20 раз). Из-за значительных площадей этих контуров на картах в масштабе 1 : 10 000 картограф-почвовед при составлении районных почвенных карт подвергал контуры данных почв и более мелких соседних именно геометрической генерализации, а не классификационной. Это привело к несоизмеримому увеличению автоморфных почв за счет уменьшения почв полугидроморфного ряда. Например, ДПБ₁ на картах в масштабе 1 : 10 000 Клецкого района (1073 контура) имеют среднюю площадь (13 га), что позволяет сохранить данный таксон на районной почвенной карте в масштабе 1 : 50 000 без значительных изменений, однако на аналоговой районной карте данные почвы представлены только 247 контурами средней площадью 9,9 га. При соизмеримом уменьшении этих почв в Пуховичском и Червенском районах примерно в 2,0–2,5 раза на районных почвенных картах контуров ДПБ₁ в 4–6 раз меньше.

В целом коэффициенты расчленения и изрезанности характеризуют укрупненные и сглаженные контуры. Наибольшую извилистость границ сохранили аллювиальные дерновые заболоченные и аллювиальные болотные типы почв.

Средне- и мелкомасштабное картографирование ПП. Мелкомасштабные карты – это картографические модели ПП обширных регионов с разнообразными природными условиями: стран или групп стран, (суб)континентов и всего мира [4]. В гораздо большей степени, чем другие карты, они отражают авторскую концепцию: зональную, геохимическую, историческую. При их составлении особенно важно обращаться к анализу факторов почвообразования, преимущественно природных. Антропогенный фактор учитывается в минимальной степени. Данные по конкретным разрезам используются исключительно в целях корреляции названий почв разных регионов. Содержание мелкомасштабных, а тем более обзорных карт позволяет представить общие географические закономерности распространения почв и определить характер связей с процессами почвообразования.

На картах среднего масштаба учитываются как общие зонально-провинциальные, так и частные литолого-топографические закономерности, характеризующие региональные особенности весьма обширных территорий. Среднемасштабные почвенные карты составляются на основе крупномасштабных с корректировочными или уточняющими маршрутами и заложением разрезов в целях знакомства с почвами отдельных участков, проверки однозначности диагностики и наименований почв на исходных картах. К настоящему времени среднемасштабные (1 : 200 000) аналоговые почвенные карты созданы для территорий всех шести областей Беларуси, однако на них не представлен ПП лесных земель. Проводить пространственный анализ и рассматривать ПП как объект картографирования на данном уровне визуализации нецелесообразно, учитывая средние размеры контуров (100–200 га), коэффициенты расчлененности и предельно завышенное использование картографического сглаживания границ почвенных контуров ($K_{изр}$ стремятся к правильной округлой форме).

Мелко- и среднемасштабные карты создаются в камеральных условиях путем обобщения картографических, аэрокосмических и литературных данных. В общем случае можно использовать две методики [5]:

1) для картографируемой территории имеются кондиционные почвенные карты более крупного масштаба, чем создаваемая. Составление мелко- и среднемасштабных карт осуществляется путем генерализации – сводки и обобщения исходных почвенных карт. К обязательным элементам построения относятся уточнение диагностики и номенклатуры почв и корректировка контурной части карты по современным космическим данным и цифровым моделям рельефа;

2) если для территории отсутствуют почвенные карты более крупного масштаба, то карта составляется на основании анализа пространственного распределения факторов почвообразования. До недавнего времени этот метод являлся главным при почвенном картографировании малоисследованных районов. На данный момент он имеет скорее вспомогательное значение и используется в тех случаях, когда возникает необходимость обновления или пересоставления существующих карт либо когда у картографа появляются новые сведения о почвах.

Выводы

Цифровое представление почвенного покрова открывает новые возможности для карто- и морфометрического анализа территории. Так, цифровое картографирование, кроме содержания (классификационных аспектов), позволяет учитывать геометрию и морфометрию почвенных контуров, которые являются следствием действия факторов дифференциации ПП и в то же время могут служить индикатором природы связей между его компонентами. Поэтому лучше говорить не о геометрической, а о генетико-геометрической характеристике почвенных контуров, которая описывается площадью, формой и степенью изрезанности границ, динамическими параметрами ЭПА.

Несмотря на то что вода, как фактор почвообразования, играет главенствующую роль в формировании рисунка границ почв полугидро- и гидроморфного ряда, наибольшими коэффициентами изрезанности границ (от 0,1 до 1,18) характеризуются временно избыточно увлажненные и глееватые почвы, на рисунок очертаний которых дополнительно влияют гипсометрическое положение и рельеф.

Ввиду высокой доли субъективизма при проведении генерализации, главным образом геометрической, на аналоговых районных почвенных картах необоснованно завышены доля и средняя площадь контуров (от 5 до 20 раз) дерново-подзолистых почв за счет массового поглощения соседних контуров, в основном полугидроморфных почв. Наибольшую сложность в отображении на районных почвенных картах (кроме ЭПА, не попадающих под ценз отбора) вызывают контуры с высокими (менее 0,2) значениями коэффициента изрезанности границ (вытянутые и разветвленно-асимметричные контуры) дерново-подзолистых временно избыточно увлажненных и глееватых, дерновых глееватых и глеевых, аллювиальных дерновых глееватых и глеевых почв.

Получить значительное количество инвентаризационных и картометрических данных было бы невозможно при использовании только лишь традиционных методов, тогда как применение ГИС-технологий позволило довольно оперативно обработать информацию по 7043 контурам Клецкого района, 18 501 – Пуховичского и 10 378 – Червенского.

Библиографические ссылки

1. Клебанович Н. В. Почвоведение и земельные ресурсы. Минск, 2013.
2. Евдокимова Т. И. Почвенная съемка. М., 1987.
3. Ковда В. А. Почвоведение : в 2 ч. / под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. М., 1988. Ч. 1 : Почва и почвообразование.
4. Клебанович Н. В., Прокопович С. Н., Чаюк И. А. и др. Интерактивная генерализация в среде ArcGIS как основной способ создания цифровых разномасштабных почвенных карт // Земля Беларуси. 2015. № 2. С. 42–47.
5. Герасимова М. И., Богданова М. Д., Гаврилова И. П. Мелкомасштабное почвенное картографирование. М., 2010.
6. Белицина Г. Д., Васильевская В. Д., Гришина Л. А. Почва и почвообразование. М., 1988.
7. Скрыбина О. А. Структура почвенного покрова, методы ее изучения. Пермь, 2008.
8. Стrogанова М. Н. Структура почвенного покрова и почвенная картография. М., 2011. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
9. Клебанович Н. В., Прокопович С. Н. Использование методов автоматизированного выделения структур почвенного покрова для целей кадастровой оценки земель // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2016. № 7. С. 48–56.

References

1. Klebanovich N. V. [Soil and land resources]. Minsk, 2013 (in Russ.).
2. Evdokimova T. I. [Soil survey]. Moscow, 1987 (in Russ.).
3. Kovda V. A. [Soil science] : in 2 parts. Moscow, 1988. Part 1 : [Pochva i pochvoobrazovanie] (in Russ.).
4. Klebanovich N. V., Prokopovich S. N., Chayuk I. A., et al. [Interactive generalization based on ArcGIS as the main way to create digital different scales of soil maps]. *Zemlya Belarusi*. 2015. No. 2. P. 42–47 (in Russ.).
5. Gerasimova M. I., Bogdanova M. D., Gavrilova I. P. [Small-scale soil mapping]. Moscow, 2010 (in Russ.).
6. Belitsina G. D., Vasil'evskaya V. D., Grishina L. A. [Soil and soil formation]. Moscow, 1988 (in Russ.).
7. Scryabina O. A. [The structure of the soil, methods of study]. Perm, 2008 (in Russ.).
8. Stroganova M. N. [Soil structure and soil mapping]. Moscow, 2011. 1 CD-ROM (in Russ.).
9. Klebanovich N. V., Prokopovich S. N. [Use of methods for automated creating of soil cover patterns for for land cadastral valuation]. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel'*. 2016. No. 7. P. 48–56 (in Russ.).

Статья поступила в редакцию 07.03.2017.
Received by editorial board 07.03.2017.