

Лучшие идеи применения ГИС

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ И АНАЛИЗА ТЕМАТИЧЕСКИХ ПОЧВЕННЫХ КАРТ

(на примере слоя ЗИС «Почвы» Клецкого района)

Сазонов А.А.

Студент 5 курса географического факультета БГУ

С развитием геоинформационных технологий и их внедрением в цифровую картографию стал возможным переход от хранения и использования оцифрованных почвенных карт к их непосредственному производству с использованием цифровых технологий.

Цифровое почвенное картографирование (ЦКП) – молодая научная дисциплина, оформившаяся в 2005 г. после создания рабочей группы по цифровой почвенной картографии в рамках международного общества почвоведов. Тем не менее, первые шаги в этом направлении относятся к 80-м годам прошлого века, когда цифровые методы ландшафтного анализа начали широко применяться в почвенном картографировании и в способах отображения на картах структуры почвенного покрова. В 90-х годах в почвоведении выделилось направление «педометрика», занимающееся применением математических и статистических методов для изучения распределения и генезиса почв.

Толчком к развитию ЦКП послужило развитие геоинформатики и широкое внедрение геоинформационных систем, а также данных дистанционного зондирования. Первая работа, относящаяся к цифровой почвенной картографии, – статья австралийского почвоведов А. В. МакБратни, в которой сформулированы основные положения ЦКП [6]. До этого периода в ЦКП как разделе картографии использовались только математические и статистические методы изучения пространственной дифференциации почвенного покрова. На сегодняшний день ЦКП – бурно развивающаяся дисциплина современного почвоведения.

За два десятилетия своего существования цифровая почвенная картография не создала полностью автоматизированных методов, которые привели бы к получению конечного продукта – цифровой почвенной карты. Ввиду этого, автоматизация процессов создания и обновления цифровых почвенных карт является в настоящее время приоритетным направлением научных исследований в области почвенной картографии, и решает важную задачу грамотного и оперативного составления и использования почвенных карт различных масштабов [3]. Некоторыми авторами предпринимались отдельные попытки автоматизировать расчет морфометрических показателей [4], собственно авторы статьи попытались автоматизировать процесс генерализации почвенных карт [3], однако комплексных подходов в данной тематике, применительно к территории Беларуси и в рамках действующей классификации почв, не предпринималось.

Объектом исследований является почвенный покров, представленный в виде цифровых почвенных карт различных масштабов. Цель работы – создание цифровых производных тематических почвенных карт. Поставлены следующие задачи исследования:

1. Создать цифровые тематические карты: литологического строения почвенного покрова; почвообразующих пород агроландшафтов; содержания физической глины; почвенного покрова в международной классификационной системе WRB; почвенный покров на типовом уровне классификации.

2. На основе полученных карт и аналитических моделей дать генетико-морфометрическую характеристику почвенного покрова района.

Основой создания тематических карт является слой «Почвы» ЗИС Клецкого района Беларуси. Слой «Почвы» (Soil) представляет собой полигональный класс пространственных объектов базы геоданных с семантической информацией (атрибутивной таблицей), в котором содержатся контура почв сельскохозяйственных земель.

Для автоматизации процесса создания производных почвенных карт в среде ArcGIS for Desktop 10.3 разработан модуль «Soil Analyst». В его состав входят картографический подмодуль «Тематические карты» и набор моделей геообработки для расчета морфометрических показателей почвенного покрова.

С помощью модуля «Тематические карты» становится возможным создание вышеперечисленных тематических почвенных карт в кратчайшие сроки, также минимизируется влияние «человеческого фактора» на конечные результаты исследования – при расчете полей пользователь не участвует. Достоинством полученных карт является их большая, по сравнению с аналоговыми почвенными картами, наглядность, так как для каждой характеристики почвы создается собственная карта. Пользователю доступен выбор создаваемых тематических карт, всего шесть возможных вариантов (рисунок 1). Отметив в диалоговом окне нужные карты, будут созданы соответствующие атрибутивные поля.

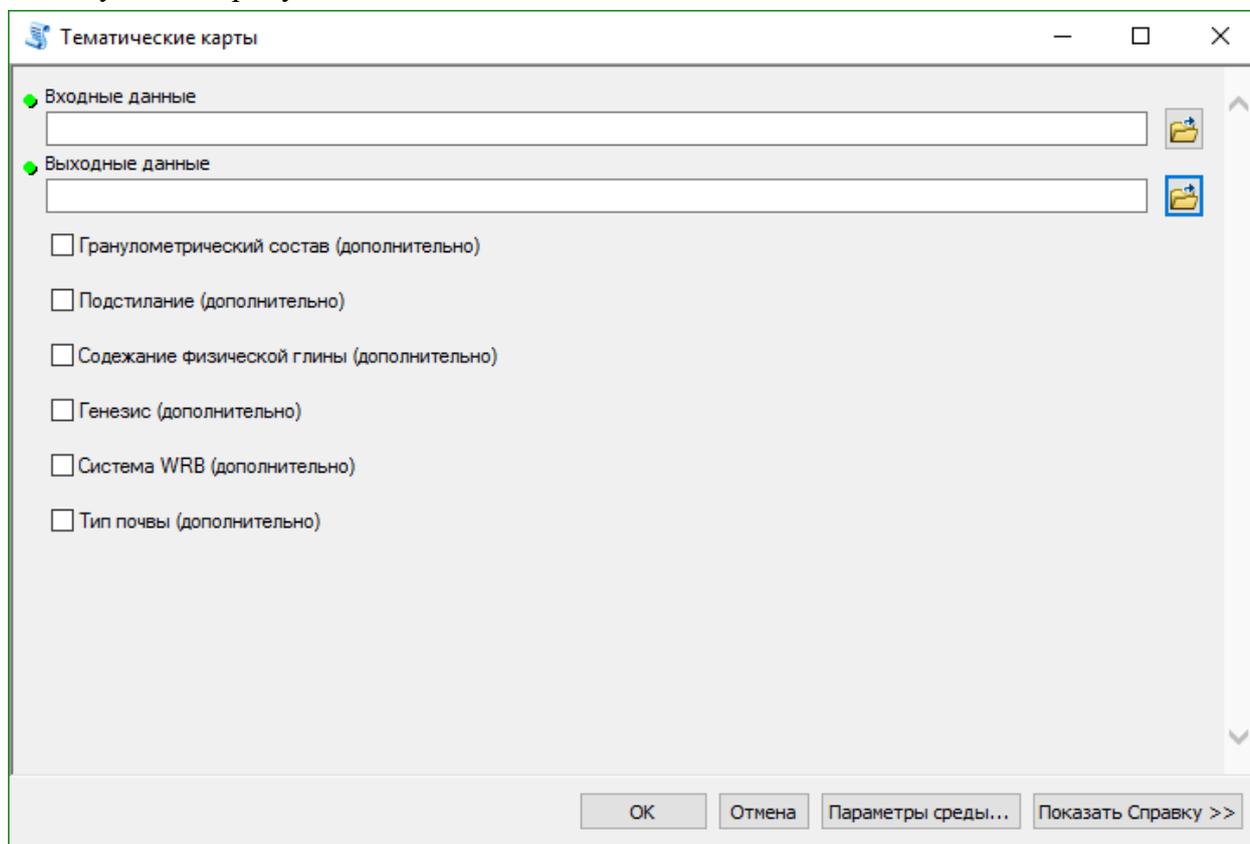


Рисунок 1. – Диалоговое окно модуля «Тематические карты»

Для корректной работы модуля необходимы:

а) полигональный класс пространственных объектов базы геоданных, либо shp-файл, либо иные форматы представления пространственно определенных данных площадной локализации в формате, поддерживаемом ArcGIS, с семантической информацией (атрибутивной таблицей);

б) наличие четырех атрибутивных полей (таблица 1), отражающих легенду почвенной карты в соответствии с кодами Номенклатурного классификатора почв Беларуси [1]. Также обязательна геометрическая, топологическая и атрибутивная корректность используемых для анализа данных.

Предъявленным требованиям полностью удовлетворяет слой «Почвы» ЗИС РБ [2], однако могут быть использованы и любые другие цифровые почвенные карты, имеющие соответствующий состав полей и кодировку Номенклатурного классификатора почв Беларуси.

В основе работы модуля лежит использование инструментов ArcGIS ArcToolbox, схема их использования в среде ModelBuilder представлена на рисунке 2. Данная схема является значительно упрощенной и приведена для наглядности, непосредственным ядром модуля является Python-скрипт.

Табл. 1. – Характеристика требуемых атрибутивных полей

<i>Имя поля</i>	<i>Тип поля</i>	<i>Семантика поля</i>
Kod1	Str3	Классификационная принадлежность почвы
Kod2	Str1	Генезис почвообразующих пород
Kod3	Str2	Гранулометрический или ботанический состав почв
Kod4	Str2	Характер подстиления

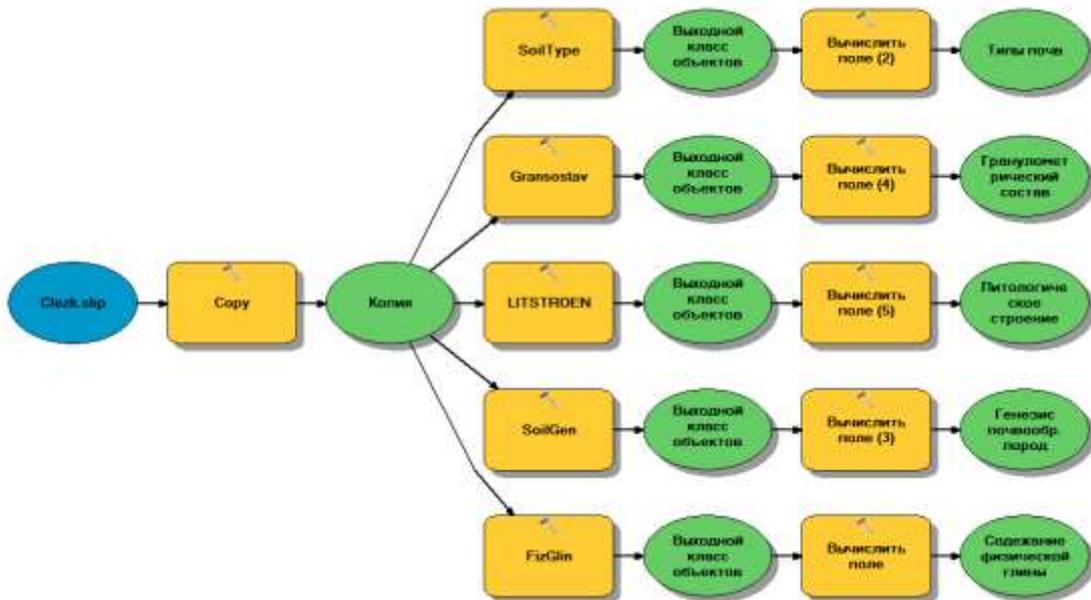


Рисунок 2. Блок-схема обработки слоя «Почвы» для построения тематических карт

По значениям вновь созданных атрибутивных полей в последующем проводится символизация – в комплекте к набору инструментов поставляются файлы слоя ArcGIS (lyr-файлы) для каждой из шести возможных карт. Результатом работы модуля становятся следующие основные поля в исходном классе пространственных объектов (таблица 2).

В качестве примера работы модуля можно привести тематические картограммы литологического строения (рисунок 3), генезиса почвообразующих пород (рисунок 4), карту почв Клецкого района на типовом уровне классификации (рисунок 5).

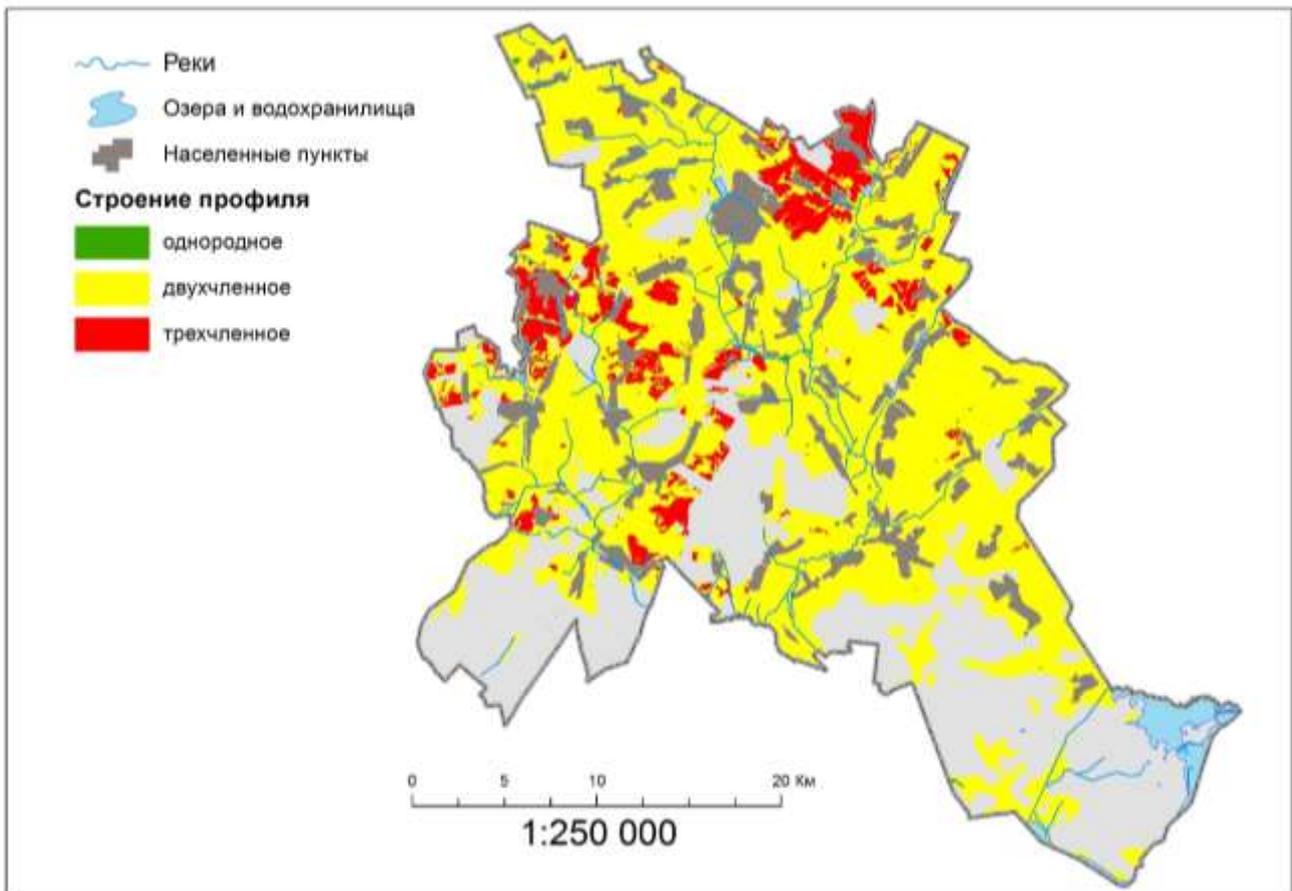


Рисунок 3. Картограмма литологического строения почв Клецкого района

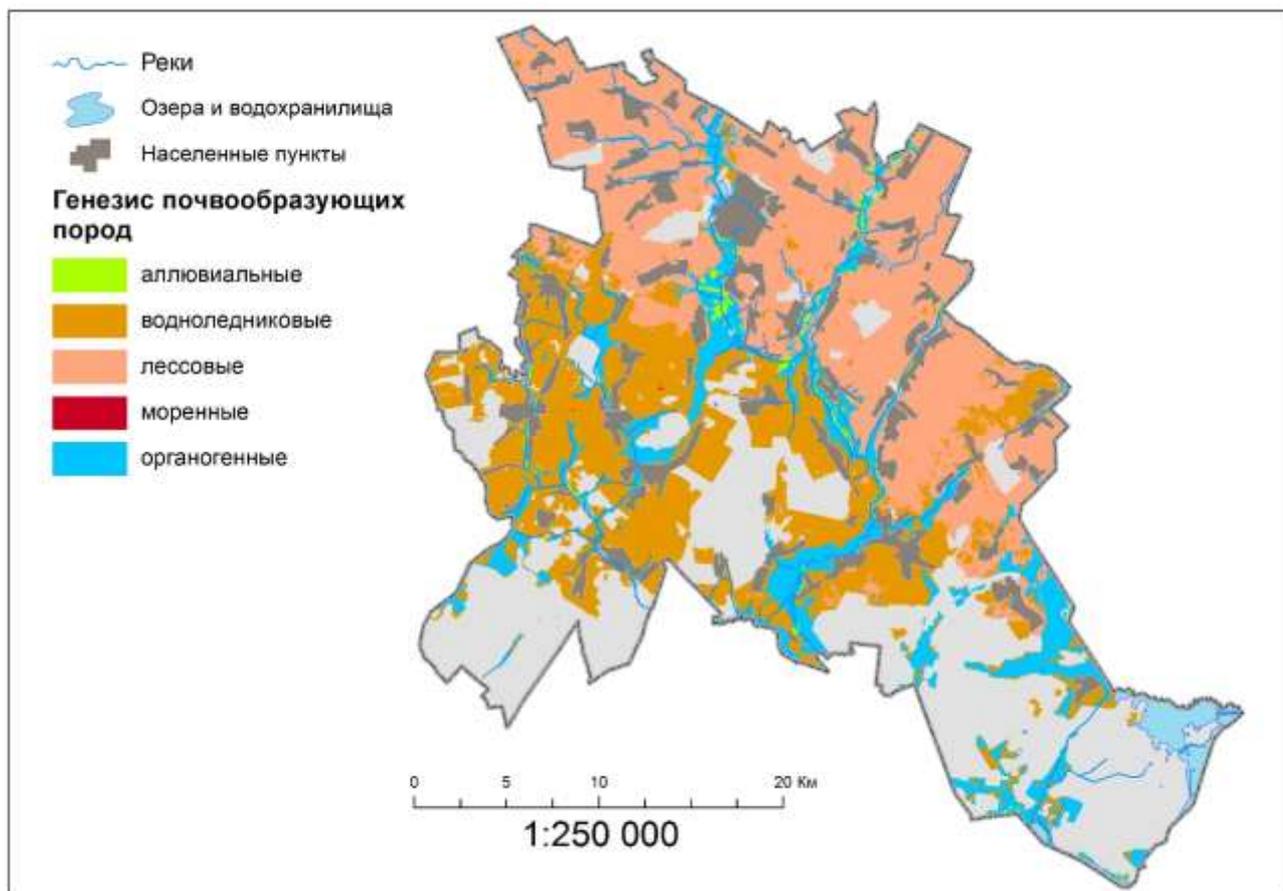


Рисунок 4. Картограмма генезиса почвообразующих пород почв Клецового района

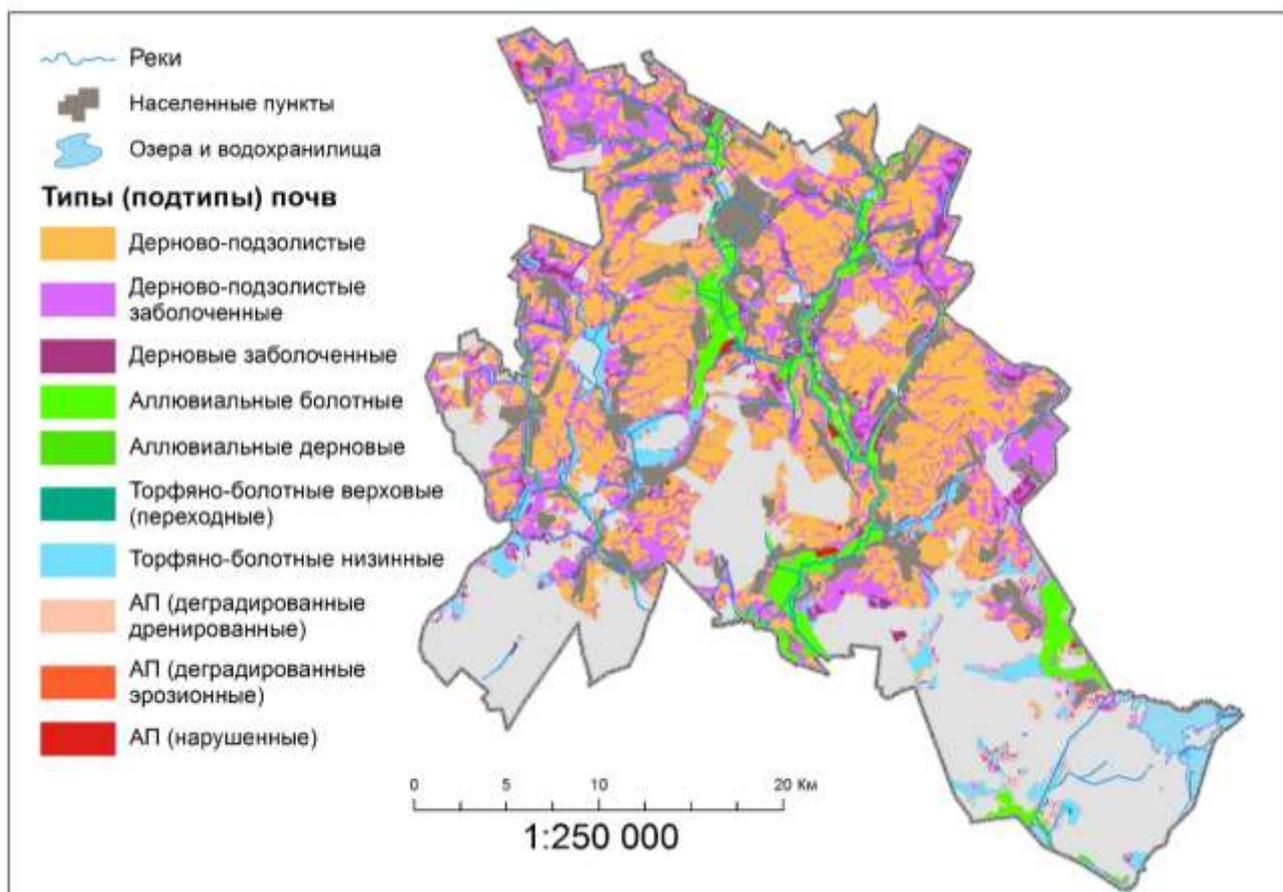


Рисунок 5. Карта почв Клецового района на уровне типов (подтипов)

Таб. 2. – Результирующие атрибутивные поля модуля «Тематические карты»

Имя поля	Тип поля	Семантика поля
GRANSOSTV	Text	Гранулометрический состав
LITSTROEN	Text	Литологическое строение ПП
FIZGLINA	Text	Процентное содержание физической глины
POCHVOGEN	Text	Почвообразующие породы
WRB	Text	Классификация почв в международной системе WRB: выделение реферативных групп, отдельных суффиксов
WRB_Group		
WRB_Suff		
WRB_Ruptic		
WRB_Full		
SoilType	Text	Классификация почв на типовом уровне

Для анализа (таблица 4) результирующих карт, а также любых других почвенных карт, отвечающих требованиям в таблице 1, созданы морфометрические модели геообработки, их состав приводится в таблице 3. Пример модели геообработки представлен на рисунке 6. Результаты работы моделей сохраняются либо в исходном классе объектов, либо в виде отдельной таблицы.

Табл. 3. – Характеристика моделей геообработки

№	Название модели	Формула	Результирующие объекты
1	S _{СРЕД} – средняя площадь, га	$\sum S / n$	Новая таблица для почвенных группировок. Группировку можно осуществлять по любым доступным полям.
2	P _{СРЕД} – средний периметр, м	$\sum P / n$	
3	KS – коэффициент сложности	$\frac{KR \times (\sum S - S_{max})}{S^2}$	
4	КС – индекс сложности	$\frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{S}{KR}}$	
	КК – коэффициент контрастности	$\frac{ax + by + cz \dots}{20}$	
	КН – коэффициент неоднородности	КС×КК	
5	К _{КРУГ} – коэффициент кругообразности	1. $4\pi S / P^2$	Поле KR_1
	К _{ИЗР} – коэффициент изрезанности	2. $1 / K_{КРУГ}$	
6	KR – коэффициент расчлененности	1. P / S	Новая таблица для почвенных группировок.
		2. $P / 3,54\sqrt{S}$	

S – площадь, P – периметр, n – количество контуров; a, b, c – площади почв в процентном отношении от общей площади; x, y, z – степень контрастности соответствующих почв по отношению к распространенной (определяются по шкале контрастности) [4, 5].

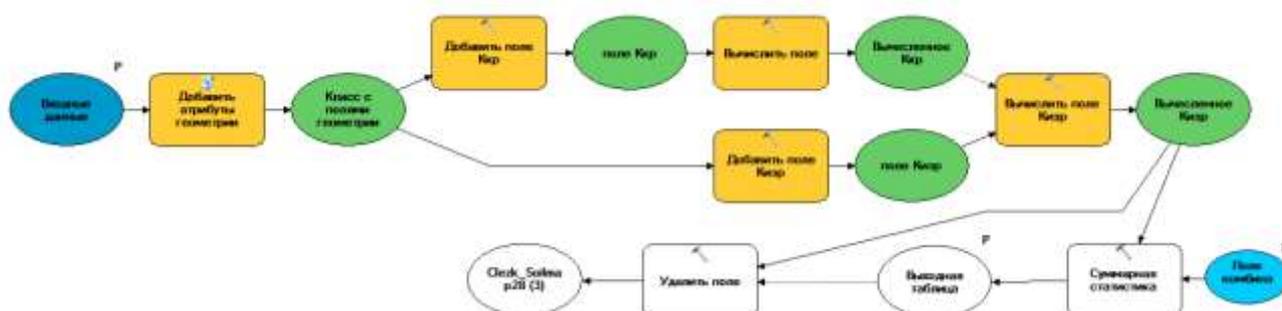


Рисунок 6. Модель геообработки расчета коэффициентов кругообразности и изрезанности

Табл. 4. – Характеристика почвенных контуров в разрезе типологической классификации

<i>Тип</i>	<i>N</i>	<i>S_{СРЕД}</i>	<i>P_{СРЕД}</i>	<i>KS</i>	<i>Описание KS</i>	<i>KR</i>	<i>K_{КРУГ}</i>	<i>K_{ИЗР}</i>
АБ	491	0,112	753,57	1,573	Допустимый	0,21	0,36	5,78
АД	173	0,045	864,82	0,516	Оптимальный	0,32	0,40	4,86
АПдд	370	0,053	955,78	1,157	Допустимый	0,32	0,36	5,33
АПдэ	6	0,010	756,54	0,018	Оптимальный	0,73	0,37	5,03
АПн	135	0,023	717,70	0,258	Оптимальный	0,23	0,68	1,73
ДЗ	506	0,073	1079,70	1,732	Допустимый	0,30	0,34	6,66
ДП	2761	0,107	1505,11	6,679	Критический	0,15	0,49	3,08
ДПЗ	2018	0,104	2548,75	6,794	Критический	0,26	0,39	7,21
ТБВп	6	0,040	1032,94	0,013	Оптимальный	0,25	0,49	2,38
ТБН	425	0,085	839,637	1,179	Допустимый	0,21	0,44	4,15

АБ – аллювиальные болотные, АД – аллювиальные дерновые, АПдд – антропогенно-преобразованные деградированные дренированные, АПдэ – антропогенно-преобразованные деградированные эрозионные, АПн – антропогенно-преобразованные нарушенные, ДЗ – дерновые заболоченные, ДП – дерново-подзолистые, ДПЗ – дерново-подзолистые заболоченные, ТБВп – торфяно-болотные верховые переходные, ТБН – торфяно-болотные низинные.

Для района в целом индекс сложности составляет 0,2, коэффициент контрастности – 13 (крайне контрастный), коэффициент неоднородности – 2,6.

Необходимо отметить, что формулы предложенных морфометрических характеристик могут различаться в интерпретации различных авторов и законодательных актов. Тем не менее, показатели можно условно разделить на две группы:

1. Показатели, характеризующие отдельный почвенный контур – $S_{СРЕД}$, $P_{СРЕД}$, коэффициент сложности, коэффициент расчлененности, коэффициент кругообразности, коэффициент изрезанности. Их суть – характеристика формы непосредственно контура, каков он есть в природе, либо некоего абстрактного контура, как в случае таблицы 4 – отражающего усредненный показатель в разрезе группировки почвенных контуров.
2. Показатели, характеризующие неоднородность почвенного покрова в пределах некоторой территории – это индекс сложности, коэффициент контрастности, коэффициент неоднородности. Смысл их расчета заключается в оценке неоднородности и контрастности почвенного покрова территории с учетом не только формы контуров, но и гранулометрического состава почв, характера подстилания и других факторов, определенных при построении шкалы контрастности. Данные показатели не могут быть рассчитаны для каких бы то ни было отдельных контуров либо абстрактных почвенных групп, в силу хаотичной территориальной распределенности почвенных контуров в пределах группы.

Применение представленных программных продуктов (инструментов) предполагается в организациях Республики Беларусь, в сферу деятельности которых входит создание цифровых почвенных карт. Так, результаты исследования уже внедрены в производственный процесс РУП «Институт почвоведения и агрохимии» для целей цифрового почвенного картографирования: создания Атласа почв сельскохозяйственных земель Беларуси, цифровой почвенной карты Беларуси масштаба 1 : 500 000. Также разработанные алгоритмы предполагается использовать в учебном процессе – при прохождении учебно-полевой практики по почвоведению, изучении курсов «Почвоведение и земельные ресурсы», «Почвенное картографирование» и других. Оценка финансовых затрат и прибыли при внедрении предложенных программных решений в производственный процесс представляется сложной задачей, т.к. продукт не предполагает непосредственное извлечение прибыли, и направлен на облегчение труда составителя тематических карт и повышение скорости их создания и анализа. Распространение продукта на данном этапе его развития также не предполагает взимание платы. Тем не менее, ввиду использования коммерческих решений ArcGIS при создании картографического модуля и геомоделей, использование любых компонентов продукта связано с предварительным приобретением лицензий ArcGIS версии не ниже 10.1 уровня ArcInfo.

Использованные источники

1. Номенклатурный список почв Беларуси (для целей крупномасштабного картографирования) / Н. И. Смеян [и др.]. – Минск, 2003. – 43 с.
2. Земельно-информационная система Республики Беларусь. Порядок создания. ТКП 055-2006 (03150). – Минск, 2006. – 112 с.
3. Интерактивная генерализация в среде ArcGIS как основной способ создания цифровых разномасштабных почвенных карт / Н.В. Клебанович, С.Н. Прокопович, А.И. Чаюк, А.А. Сазонов // Земля Беларуси. – 2015. – № 2. – С. 42-47.
4. Павлова А.И., Фомина А.Е. Разработка информационной системы для изучения неоднородности почвенного покрова / А.И. Павлова, А.Е. Фомина // Science Time. – 2015. – №5 (17). – С. 307-313.
5. Черныш А.Ф. Мониторинг земель: Пособие для студентов географического факультета / А.Ф. Черныш. – Мн.: БГУ, 2002 – 95 с.
6. McBratney, A.B., Mendoça Santos, M.L., Minasny, B. On digital soil mapping. / A.B. McBratney, M.L. Mendoça Santos, B. Minasny // Geoderma. – 2003. – №117 (1-2). – P. 3-52.