
**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ**

УДК 528.9(631.4)

**ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ
РОССИИ КАК МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА¹**

© 2015 г. В.С. Столбовой, Э.Н. Молчанов

*Почвенный институт имени В.В. Докучаева, Москва, Россия
e-mail: vladimir.stolbovoy@gmail.com*

Поступила в редакцию 28.05.2013 г.

Современная модель организации почвенного покрова России реализована в Едином государственном реестре почвенных ресурсов (ЕГРПР). Географическая часть модели представлена контурами почв, границами субъектов Российской Федерации (РФ), границами выделов почвенно-экологического районирования и точками – местами заложения почвенных разрезов. Атрибутивная часть описывается реляционной структурой, составленной из морфоаналитической диагностики почв ЕГРПР, аналитических характеристик представительных почвенных разрезов, характеристики почвенных ресурсов субъектов Российской Федерации и описания единиц почвенно-экологического районирования.

Ключевые слова: почвенные ресурсы, модель почвенного покрова.

Введение. В настоящее время почвоведение, как и общество в целом, переживает период активного внедрения информационных технологий. Этот процесс диктуется объективной потребностью управленцев, ученых и практиков, в понятной и легко доступной информации не только о разнообразных качествах почв, но и их связях с природными и социально-экономическими явлениями. Однако доступ к накопленным почвенно-географическим и почвенно-аналитическим данным – процесс достаточно трудоемкий и требующий определенных навыков. Это связано с тем, что большая часть почвенных данных находится в многочисленных картах, статьях, сборниках, монографиях и пр. При этом огромный пласт знаний хранится в рукописях, архивах учреждений и подпадает под режим ограниченного доступа. В случаях, когда для работы необходимо большое количество почвенных данных, ручная выборка оказывается невозможной и для этого применяются специальные программы, так называемые “*data mining*” (извлечение данных). К сожалению, современные информационные технологии не могут использовать почвенные

данные, хранящиеся на традиционных бумажных носителях.

Таким образом, накопленная в России информация о почвах является мало доступной для потребителей, а форма их хранения не позволяет ее использование в инновационном развитии страны. Одним из негативных последствий подобной ситуации является тревожащее специалистов снижение социальной значимости почвоведения.

Внедрение информационных технологий в почвоведение, иногда упрощенно ассоциирующееся с использованием математических методов, имеет длительную историю в России. Уже в 60–70-х гг. XX в. развивались банки почвенных данных и создавались почвенные информационные и информационно-поисковые системы [5]. Отдельные разработки, например, формы описания почв, система классификации и кодирования почвенных данных нашли применение в классификации почв [11]. Также было подготовлено объемное методическое руководство по описанию почв в системе информационной базы классификации почв [14]. Результаты этих работ были адаптированы к современным техническим условиям [3, 4]. Отметим также, что огромный вклад в отмеченные выше разработки внес В.М. Фрид-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 11-04-00715-а).

ланд, который, будучи членом международной рабочей группы по почвенным информационным системам, способствовал широкому внедрению имеющихся в мире достижений информатики в отечественное почвоведение.

В последние годы в России получили развитие цифровые географические почвенные базы данных. К сожалению, их большая часть хранится в авторских коллективах и организациях и не имеет сопровождающей технической документации. По сути, эти продукты не опубликованы и недоступны широкому пользователю. Другой проблемой, связанной с отсутствием технической документации, выступает невозможность оценить использованные источники, степень концептуальной и временной однородности почвенных данных и пр. Как было показано [24, 25], механическое включение разнородных по качеству почвенных данных приводит к недопустимо высокой неопределенности результатов подсчетов, оценок и др., полученных на этих данных. Кроме того, ряд подсчетов (например, содержание углерода в почвах для оценки их климаторегулирующей функции) подпадает под официальную процедуру верификации, основанной на воспроизводимости и прозрачности получения результатов [28]. Игнорирование перечисленных требований делает результаты неприемлемыми с точки зрения их статуса.

В законченном виде, включая техническую документацию, коллекции почвенных разрезов, цифровые почвенные базы данных на территорию страны опубликованы ФАО [26] и Международным институтом прикладных системных исследований [27]. В основе этих проектов использована специально разработанная Почвенная карта России в географическом м-бе 1:5 млн. Отмеченная карта составлена методом прямой генерализации Почвенной карты РСФСР м-ба 1:2.5 млн [12]. Создание карты в м-бе 1:5 млн с самого начала предполагало ее публикацию и использование только в цифровом формате. Технология создания включала представление почвенных данных по отдельным слоям в системе географических координат и графическое исполнение на термостабильной пленке с тем, чтобы устранить ошибки позиционирования географических объектов и контуров почв, возникающие при тепловой деформации листов карты в процессе автоматизированного сканирования. Вся подготовительная работа была сделана специалистами Почвенного института, а техническое исполнение выполнено в центральной лаборатории ФАО (Рим, Италия), что, в соединении, обеспечило высокое качество конечного результата. Кроме образцового научно-технического исполнения, атрибутивная часть

рассматриваемой цифровой почвенной базы данных впервые представлена в англо-русской транскрипции, а также транслирована в форматы международной системы ФАО [7], в систему SOTER [9] и в почвенную таксономию США [8]. В полном объеме цифровая почвенная база данных России м-ба 1:5 млн, включая коллекцию представительных профилей почв, параметры педо-трансферных функций и пр., опубликована на СД “Земельные ресурсы России”. Этот продукт имеет свободный (бесплатный) доступ на сайте [27]. В настоящее время рассматриваемая почвенная база данных вошла в основные глобальные гармонизированные базы почвенных данных [18, 20], которые широко используются во всех международных проектах по глобальной безопасности в области продовольствия и экологии, а также в работах, связанных с международными конвенциями по климату, опустыниванию, биоразнообразию и др.

По заказу Европейского союза (ЕС) создана цифровая база почвенных данных России в географическом м-бе 1:2.5 млн (на основе Почвенной карты РСФСР под редакцией В.М. Фридланда [12]). Эта цифровая база почвенных данных выступает частью Европейской географической почвенной базы данных [10, 23], которая является официальным почвенным документом ЕС.

Весь накопленный отечественный и зарубежный опыт работы в области строительства цифровых почвенных баз данных использован разработчиками ЕГРПР [1]. Проект имеет целью провести полную компьютерную инвентаризацию почв России, включая подготовку технической документации, почвенно-экологическое районирование и коллекцию представительных почвенных разрезов. По существу, ЕГРПР является новейшей компьютерной моделью почвенного покрова страны [1]. Вместе с тем ряд общеметодических вопросов, касающихся особенностей фундаментальных понятий почв и почвенного покрова, как объектов компьютерного моделирования, влияющих на качество ЕГРПР, раскрыт не полностью. Рассматриваемая статья имеет целью обсуждение этих вопросов.

Картографические и компьютерные почвенные модели. Почва, как континуум, не имеет внутренних границ и поэтому представления о разнообразии почв и их свойств (морфогенетическая модель) всегда условны и связаны с принятой классификацией почв, методами полевых и лабораторных исследований и пр. Почвенная часть ЕГРПР, как компьютерная модель, строится на образах/моделях, принятых в Почвенной карте РСФСР м-ба 1:2.5 млн [12]. Концептуально, рассматриваемая карта создавалась в 70–80-е гг. XX в. и представляет

собой картографическую модель почв и почвенного покрова России того периода времени. Иными словами, компьютерная морфогенетическая пространственная (синонимы географическая/координатная) модель имеет ясную временную координату. Очевидно, что это многомерное (концептуально-пространственно-временное) видение почвенного покрова России в цифровом ЕГРПР формируется не только на идеологии исходной почвенной карты, но также дополняется многочисленными условностями, связанными с техническими требованиями формата компьютерных баз данных.

В теории картографии различают непосредственное (что изображено) и опосредованное (зависит от подготовленности пользователя) восприятия почвенных образов. Иными словами, подготовленный пользователь видит не только контур той или иной почвы и знаки легенды карты (непосредственные данные), но имеет в виду и многие, не отраженные на карте и ее легенде, свойства, как самой почвы, так и факторов почвообразования, почвообразовательных процессов и много др. (опосредованные данные). Часто опосредованные данные используются в описательном исследовании почвенного покрова территории на основе изучения почвенной карты. Однако эта теория полностью справедлива только в приложении к бумажным картам. В части компьютерных почвенных баз данных эта теория существенно меняется. Прежде всего, пользователь лишен возможности “обозреть” цифровую базу данных, как карту, что является средством генерации опосредованных ассоциаций и дополнительных сведений у подготовленного пользователя. В компьютерных базах данных пользователь может видеть на экране сеть контурных линий в *shp-файле*, таблицу атрибутов (упрощенная визуализация реляционной многомерной модели данных), прочитать систему кодирования, описания и пр. Компьютер оперирует только непосредственными данными, которые в него введены. Соответственно, только непосредственные данные и их производные могут быть результатом компьютерных операций. Все дополнительные знания/ассоциации должны быть сформулированы и трансформированы автором/оператором в цифровой формат на момент ввода данных в компьютер.

Другим аспектом выступает картографическое воспроизводство (визуализация) цифровых баз данных. Отметим, что в традиционной почвенной картографии существенную роль играет желание показать возможно большее многообразие почв и их свойств. Вполне понятно, карта, как результат, создается в единственном экземпляре, и автор стремится показать максимально возможную

информацию. Это стремление привело к развитию разнообразных изобразительных средств. Компьютерные визуализации выглядят иначе. Как правило, они ограничиваются одним–двумя параметрами, что значительно облегчает читаемость изображения. Упрощенность изображения, по сравнению с бумажными картами, компенсируется возможностью компьютера воспроизвести практически неограниченное число простых и ясных визуализаций, например, часто визуализируются отдельные свойства почв и пр. Например, компьютерная почвенная база данных России [26], кроме почвенных карт в различных (национальной и международных) системах классификации почв, дополнена более чем 30-ю визуализациями отдельных почвенных свойств (рН, содержание гумуса, кислотность и др.), включая вычисленные параметры педо-трансферных функций (дренированность, запасы продуктивной влаги и др.). Принципиальные различия между традиционными картами и компьютерными визуализациями не всегда осознаются и часто выступают объектом необоснованной критики.

Почвенная карта РСФСР масштаба 1:2.5 млн как объект компьютерного моделирования. Процесс трансформации традиционной почвенной карты в цифровую базу данных, в общем виде, предусматривает выполнение некоторых стандартных операций: оцифровывание контурной составляющей карты и географическая (координатная) привязка контуров (в технических терминах – полигонов), разработка атрибутивной (описание легенды и характеристика почв) части, определение топологических связей между контурами, атрибутами и их комбинации.

С позиции перечисленных операций Почвенная карта РСФСР м-ба 1:2.5 млн представляется практически идеальной для компьютеризации. Действительно, оцифровывание автоматизировано и является чисто технической задачей. Атрибутивная составляющая почвенной карты полностью описана и хорошо структурирована в программе карты [13], т.е. достаточно проста для перевода в цифровой формат. Трудоемкой, но выполнимой “ручной” работой остается соединение контуров (общее количество 25711) с атрибутами.

С формальной точки зрения структура компьютерной модели почвенной карты РСФСР может быть записана простым выражением:

Горизонт → Профиль → Полигон

В нем названия выступают объектами базы данных, а стрелки обозначают принятые в программе почвенной карты правила связи и композиции почвенных профилей и контуров/полиго-

нов. Объекты базы данных представляются в виде реляционных (отношение) таблиц, горизонтальные строки которых составляют множество аспектов объекта, а вертикальные колонки включают элементы характеристик (кортежи) и их значения. Например, реляционная таблица объекта “горизонт” имеет отдельную строку для каждого горизонта (О, А, В, С и др.), а вертикальные колонки таблицы включают его морфологические и аналитические характеристики. Дополнительные свойства, такие как гранулометрический состав и физико-географическая принадлежность почв, рассматриваются как отдельные почвенные атрибуты. Карты-врезки выступают независимыми иллюстрациями и требуют отдельного оцифровывания.

Отмеченная “дружественность” Почвенной карты РСФСР, составленной в 1980–1990-х гг. (вслед за разработкой концепции карты в 1970–1980-х гг.), к современным информационным технологиям, на наш взгляд, не является случайностью. Как отмечалось выше, руководитель работ и главный редактор карты В.М. Фридланд хорошо ориентировался в развитых к тому времени на Западе информационных технологиях и стремился к системной (объекты фиксированы, а отношения между объектами строго определены тесными прямыми и обратными связями) структуризации почвенной информации, унификации и формализации описаний почв и пр.

Морфогенетический горизонт и почвенный профиль. По мнению ряда авторов [21], в педосфере различаются два вида изменчивости: 1) разнообразие, которое вытекает из возможности выделения различных почвенных таксонов (концептуальные классы морфогенетических горизонтов и почвенных профилей), и 2) пространственное варьирование физически измеряемых почвенных свойств, которое лишено субъективной стратификации и, таким образом, носит более объективный характер.

Как отмечалось выше, модель морфогенетических горизонтов строится на физически наблюдаемых характеристиках. При строгом подходе морфогенетические горизонты являются более объективными образованиями по сравнению с составленными с их помощью моделями почвенных профилей. Более того, можно утверждать, что если отойти от интегральных символов и перейти на использование физически измеряемых отдельных показателей, то морфогенетический горизонт будет служить основным носителем информации. Отчасти это вытекает из традиционной методологии погоризонтного исследования почв, которая весьма фрагментарно дополняется характеристиками межгоризонтных, профиль-образующих

связей (например, характер переходов между горизонтами, степень текстурной дифференциации профиля почв и пр.). Ранее было показано [15], что из более чем 160 показателей, описывающих предметную область почвоведения, только около 40 признаков относятся к классификационно значимым. Это означает, что концептуальные горизонты лишь частично отразятся на наблюдаемой пространственной изменчивости почвенных свойств. Аналогичная картина отмечается в большинстве цифровых почвенных баз данных, в которых свойства почв представляются не в моделях морфогенетических горизонтов, а по стандартным слоям [20] или приводятся в растровом формате для поверхностного (часто верхнего 0–30 см) слоя почвы [22].

Согласно концепции исходной Почвенной карты РСФСР, в ЕГРПР каждый почвенный профиль описывается характерной комбинацией морфогенетических горизонтов, которые, как правило, следуют в вертикальном порядке. Отметим, что кроме вертикальной (*in situ*) последовательности, понимание в происхождении почвенного профиля дает также анализ латерального распространения и формы морфогенетических горизонтов. Однако эти представления не нашли отражения в концепции карты [13] и не могут быть использованы в ЕГРПР.

Почвенный контур. Почвенный профиль, как модель части педосферы, не имеет определенных географических границ. Тем не менее объединение однотипных профилей почв в некоторые однородные пространственные образования – почвенные контуры, возможно. Условность степени однородности почвенных контуров возрастает с увеличением генерализации и уменьшением масштаба карты.

Общепринято, что определение почвенного профиля зависит от принятой классификации почв. В общем смысле, почвенный профиль рассматривается как искусственный, но распознаваемый трехмерный объект в континууме педосферы. Почвенные контуры необходимы для понимания и построения модели пространственной организации почв. Критерием географического обособления почвенных контуров выступает неоднородность свойств почв, коррелирующая с изменением факторов почвообразования в пространстве, например, климата, материнских пород, рельефа, растительности и др. Это положение вытекает из практического опыта полевого почвенного картографирования, основанного на выявлении факторной обусловленности свойств почв. Это наблюдение еще более справедливо

для камеральных методов обзорного почвенного картографирования, которые исходят из идеи о том, что изменение фактора обуславливает смену почв. Принято также, что характеристики почв на разных участках будут сопоставимы в случае равенства факторов почвообразования. Под равенством понимается наличие фактора и степень его влияния/выраженности. По-существу, эта парадигма находится у истоков факторно-генетического почвоведения. Очевидно, что изменение классификационных представлений о почвах приведет к необходимости установления новых зависимостей в системе “(горизонт) профиль–контур–фактор”, что, в свою очередь, повлечет трансформацию модели морфогенетической пространственной организации почвенного покрова.

Следствием признания системности организации модели почвенного покрова, включающей фиксацию объектов, а также прямых и обратных связей между ними, выступают принципиальные ограничения на возможные операции по изменению модели. Так, простая, часто кажущаяся технической, модификация одного из элементов системы (например, классификации/легенды, изменение границ полигонов и пр.), строго говоря, некорректна и всегда требует перестройки системы в целом. В практическом плане такая модификация ведет к необходимости пересоставления исходной почвенной карты, что весьма трудоемко для огромной территории России. Напомним, что создание Почвенной карты РСФСР [12] потребовало около 20 лет напряженной работы более чем 100 почвенных организаций СССР.

Почвенно-экологическое районирование. Цифровая почвенная карта включает 25711 полигонов (контуров). В каждом полигоне содержится информация о почвенном покрове и почвообразующих породах (реляционная таблица в базе данных). Легенда цифровой карты включает 206 почвенных разностей, 95 комплексов почв, 5 непочвенных образований, а также 30 вариантов гранулометрического и петрографического состава почвообразующих пород.

Перечисленное количество параметров представляется слишком громоздким даже для простейших манипуляций. Например, для извлечения одного почвенного свойства потребуется создать матрицу размером:

$(25711 \text{ полигонов}) \times (308 \text{ выдела легенды, включая комплексы и непочвенные образования}) \times (5\text{--}6 \text{ горизонтов})$

Простые вычисления показывают, что число клеток матрицы составит десятки миллионов. Ясно, что извлечение нужного свойства потре-

бует использование довольно мощного компьютера и, возможно, помощи программиста. Далее, несколько усложним задачу и представим, что надо извлечь несколько свойств, а также вычислить их производные. Очевидно, что для многих почвоведов-пользователей ЕГРПР будет слишком сложным и непрактичным. Выходом из создавшегося положения является уменьшение количества полигонов путем их объединения или генерализации. Для этих целей используется процедура почвенно-экологического районирования.

С формальной точки зрения, районирование выступает моделью иерархической организации почвенно-географических данных, включающей последовательную агрегацию контуров почвенной карты. При создании новейшей карты почвенно-экологического районирования России использован принцип разделения территории на регионы, однотипные по структуре почвенного покрова, сочетанию факторов почвообразования и возможностям хозяйственного использования почв [2]. Цифровая модель рассматриваемого районирования включает: 4 географических пояса и 9 почвенно-биоклиматических областей. Далее, на равнинной территории выделяются 16 почвенных зон (подзон), 67 провинций, 293 округа и 1189 районов. В горах выделяются 31 горная почвенная провинция, 123 горных почвенных округа, 37 подокругов, 21 межгорный район. Общее количество агрегированных почвенных районов составляет 1377 полигонов. Чтобы представить степень генерализации отметим, что количество контуров, например для Московской области, на исходной почвенной карте м-ба 1:2.5 млн составляет более 300, а на карте районирования эта территория имеет около 19 почвенных районов.

Представительный почвенный разрез. Понятие “представительного/репрезентативного” почвенного разреза является синонимом традиционного понятия “типичного” почвенного разреза, под которым формально можно понимать соответствие его свойств характеристикам какой-либо общности (таксономической, региональной и пр.) почв. Иными словами, “типичность” почвенного разреза всегда условна. В приложении к почвенной карте РСФСР, типичность должна определяться соответствием свойств почвенного разреза таковым образам/выделам легенды карты. Подчеркнем, именно выделов легенды, а не лежащих в ее основе таксономических единиц классификации почв. В этом случае диагностическое описание морфогенетических горизонтов и составленные на их основе почвенные профили, приведенные в программе карты [13], представляются некоторыми эталонами.

В почвенные коллекции должны отбираться только представительные разрезы. На практике ситуация выглядит иначе. Ранее отмечалось [10], что в Мире нет ни одного примера сколько-нибудь значительных почвенных коллекций, в создании которых было бы соблюдено математически строгое условие типичности выбора почвенных разрезов. Обычно исследователи апеллируют к количеству разрезов и обходят молчанием проблему их теста на представительность. По сути, все коллекции почвенных разрезов построены на принципе доступности данных, а не на канонах математически строгого их отбора, например, по средним арифметическим параметрам из однородных выборок почвенных свойств, полученных из анализа множества почвенных разрезов. Как показывает опыт наполнения ЕГРПР данными почвенных разрезов, принцип доступности данных по-прежнему остается главным.

В большинстве коллекций основным методом организации данных почвенных разрезов является таксономическая принадлежность почвы [18, 20, 22, 23, 26]. К сожалению, этот принцип не всегда оправдан. Одной из проблем является внутритиповое варьирование свойств почв, определяемое внутризональной неоднородностью биоклиматических условий почвообразования. Примером такого варьирования выступают фациально-провинциальные различия почв. Известно, что характеристики почв, включая мощность морфогенетических горизонтов, свойства органического вещества, формы карбонатов и др., существенно отличаются для почв, имеющих одинаковое (типовое) строение почвенного профиля, но сформированных в различных частях почвенных зон (например, теплые европейские и холодные сибирские провинции). Объединение свойств таких почв в единый массив данных и их дальнейший совместный анализ обнаруживают значительное варьирование почвенных характеристик. Это варьирование настолько велико, что иногда может ставить под сомнение целесообразность группировки почв исключительно на принципе общности таксономической принадлежности. Так, например, при анализе одной из глобальных коллекций почвенных разрезов [19] оказалось, что варьирование содержания углерода (С) для *Gleysols* (глееземов) превышает 200%, а для многих других больших почвенных групп составляет около 150%. Очевидно, что такое значительное варьирование свидетельствует о существенной неоднородности рассматриваемых групп почв. Результаты исследований, полученные на таких данных, должны приниматься с большой осторожностью. Например, использование глобаль-

ных средних значений по содержанию С в почвах приводит к почти двукратному занижению величины углеродного пула для почв России в слое 0–30 см [24]. Это объясняется разницей между глобальными средними содержания С в почвах с таковыми для аналогичных больших почвенных групп на территории России, где около 70% почв формируются в условиях холодного и влажного климата бореальной зоны. Почвы в этих условиях характеризуются повышенным содержанием С за счет его накопления в поверхностных оторфованных лесных подстилках и торфянисто-торфяных горизонтах.

Организация почвенных разрезов в ЕГРПР сочетает традиционный почвенно-таксономический принцип с почвенно-экологическим подходом. Такая организация позволяет рассматривать индивидуальные морфогенетические характеристики каждого почвенного горизонта/разреза в контексте с их факторно-экологическим разнообразием. Иными словами, таксономическая принадлежность почвенного разреза и его географические координаты дополняются данными географической принадлежности данного разреза почв к выделам почвенно-экологического районирования (например, географическому поясу, почвенно-биоклиматической области, почвенной зоне, почвенной провинции и почвенному району). Предполагается, что в будущем по мере наполнения ЕГРПР, каждый из выделов почвенно-экологического районирования получит достаточное количество почвенных разрезов для статистически значимой характеристики распространенных почв.

Почвы субъектов Российской Федерации. Рассмотренные выше объекты характеризуют природно-естественные аспекты пространственно-временной организации почвенного покрова. Однако, кроме природно-естественных характеристик, весьма значительное значение имеют также и политико-административные. Наиболее важный уровень последних определяет общую территориальную принадлежность почвенного покрова, а именно – почвенный покров Российской Федерации (России). Кроме общей территориальной принадлежности этот уровень определяет статус ЕГРПР, т.е. – *государственный*. Очевидно, что политико-административная и статусная принадлежности выступают базовыми координатами взаимодействия ЕГРПР с аналогичными продуктами других стран, а также обеспечивают представительность страны в глобальных почвенно-географических базах данных. Последнее является особенно важным в условиях глобализации процессов регулирования природо-

пользования и использования почвенных ресурсов в рамках многочисленных международных программ и соглашений, например, Киото протокол, конвенция по биоразнообразию, конвенция по опустыниванию и др.

Принципиальным следствием статусной принадлежности ЕГРПР выступает его обязательность для всей территории страны, включая все категории сельскохозяйственных, лесных и др. земель, а также для всех действующих хозяйствующих субъектов России. Иными словами, ЕГРПР является единым нормативно-правовым документом почв России, обеспечивающим общую платформу инвентаризации и учета почв, определения их качества и осуществления государственного мониторинга их состояния.

В плане управления почвенными ресурсами общегосударственный масштаб ЕГРПР ограничивается уровнем субъектов РФ (по состоянию на 1 января 2010 г. выделяются 83 субъекта), которые включают области, края, республики, автономные округа, автономную область и два города (Москва и Санкт-Петербург). Очевидно, что в перспективе номенклатура почв субъектов РФ должна быть приведена в соответствие с ЕГРПР.

Структура морфогенетической пространственной модели организации почвенного покрова. В обобщенном виде структура морфогенетической модели пространственной организации почвенного покрова России представлена на рисунке.

Множество свойств, характеризующих природу почв, является семантической частью. Большинство из свойств привязаны к морфогенетическим горизонтам и почвенным профилям. Свойства, характеризующие пространственное размещение почв, представлены полигонами почв, полигонами единиц почвенно-экологического районирования, а также полигонами субъектов Федерации и являются геометрической частью. Кроме того, все элементы семантической и геометрической частей описаны топологическими связями и образуют реляционную структуру, составленную из следующих объектов: морфогенетический горизонт – почвенный профиль – почвенный разрез – почвенные полигоны – полигоны единиц почвенно-экологического районирования – полигоны субъектов РФ. Каждый из перечисленных объектов выступает в качестве ключевого поля и описывается таблицами реляционного типа.

Заключение. Модель морфогенетических объектов почвенного покрова России включает горизонты, а также, составленные из них, профили почв и отражает концептуальные “образы/модели”

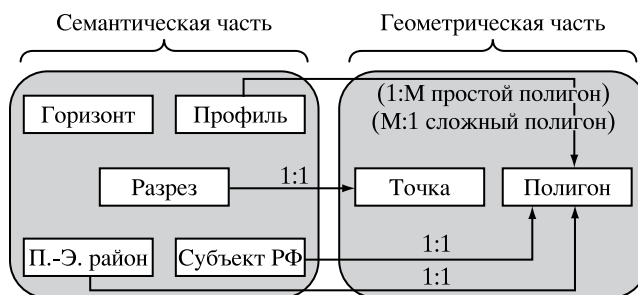


Рисунок. Концептуальная структура модели пространственной организации почвенного покрова России [1]. Семантическая часть включает: комбинацию “Горизонт – Профиль”, в которой объект “Горизонт” не имеет самостоятельного пространства и представлен индексами и морфогенетическими определениями/характеристиками; “Профиль” представляет фиксированную организацию морфогенетических горизонтов, соответствующую разнообразию почв; “стрелка” – направление и “1:М” – форма связи (один профиль может встречаться во многих простых полигонах) и “М:1” – форма связи (много профилей почв могут встречаться в одном сложном полигоне); “Разрез” – полевое описание морфогенетических горизонтов и профилей и их аналитические характеристики; “стрелка” – направление и “1:1” – форма связи (один разрез относится к одной точке или месту заложения); “Субъект РФ” – официальный список административно-территориальных единиц РФ; “стрелка” – направление и “1:1” – форма связи (один субъект РФ может относиться к одному полигону); “П.-Э. район” – перечень единиц почвенно-экологического районирования; “стрелка” – направление и “1:1” – форма связи (один почвенно-экологический район, либо иная единица почвенно-экологического районирования, может относиться к одному полигону). Геометрическая часть включает: полигоны (контура почв, границы административно-территориальных единиц и П.-Э. районов); точки – места заложения почвенных разрезов.

выделов легенды почвенной карты РСФСР м-ба 1:2.5 млн [12]. Диагностическая и описательная характеристики этих образов/моделей являются эталоном, который имеет временную (время разработки концепции карты, классификация и методы исследования почв) координату. Коллекция почвенных разрезов выступает средством физического наполнения объектов морфогенетической модели.

Модель пространственной организации почвенного покрова страны включает полигоны почв, дополненные иерархической системой их агрегации в соответствии с факторно-экологическими принципами почвенно-экологического районирования.

Общая модель организации почвенного покрова России представляет систему, описанную реляционной структурой, составленную из следующих объектов: морфогенетический горизонт – почвенный профиль – почвенный разрез – почвенный полигон – почвенно-экологический район (др. единицы районирования). Каждый из перечисленных объектов выступает в качестве ключевого поля и описывается таблицами реляционного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0/М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2014. 768 с. (В свободном доступе на сайте: <http://egrgr.esoil.ru>).
2. Карта Почвенно-экологического районирования России (цифровая версия). М-б 1:2 500 000 / Добровольский Г.В., Урусевская И.С. М.: МГУ, 2007.
3. Колесникова В.М., Алябина И.О., Воробьева Л.А., Молчанов Э.Н., Шоба С.А., Рожков В.А. Почвенная атрибутивная база данных России // Почвоведение. 2010. № 8. С. 1–10.
4. Колесникова В.М., Шоба С.А. Классификаторы для предоставления данных в Почвенно-географическую базу данных России (описание почвенного разреза). М.: МГУ, 2009. 46 с. Деп. в ВИНТИ 03.08.2009. № 513-B2009.
5. Рожков В.А. Автоматизированные информационно-поисковые системы в почвоведении. М.: Госстандарт, 1983. 52 с.
6. Рожков В.А., Алябина И.О., Колесникова В.М., Молчанов Э.Н., Столбовой В.С., Шоба С.А. Географическая почвенная база данных России // Почвоведение. 2010. № 1. С. 3–6.
7. Столбовой В.С., Шеремет Б.В. Новая почвенная карта России, составленная в системе ФАО // Почвоведение. 1995. № 2. С. 149–158.
8. Столбовой В.С., Шеремет Б.В. Почвенная карта России в масштабе 1:8 млн в системе почвенной таксономии США // Почвоведение. 1995. № 12. С. 1142–1151.
9. Столбовой В.С., Савин И.Ю. Опыт создания цифровой базы данных RUSOTER // Почвоведение. 1996. № 11. С. 1295–1302.
10. Столбовой В., Монтанарелла Л., Медведев В., Смеян Н., Шишов Л., Унсурия В., Добровольский Г., Жамань М., Кинг Д., Рожков В., Савин И. Интеграция данных о почвах России, Белоруссии, Молдавии и Украины в почвенную географическую базу данных Европейского Союза // Почвоведение. 2001. № 7. С. 773–790.
11. Фридланд В.М. Основные принципы и элементы базовой классификации почв и программа работ по ее созданию. М.: ВАСХНИЛ, 1982. 151 с.
12. Почвенная карта РСФСР. М-б 1:2 500 000 / Фридланд В.М. М.: ГУГК, 1988.
13. Программа почвенной карты СССР масштаба 1:2500000 / Сост. В.М. Фридланд, Н.А. Караваева, Е.Н. Руднева и др. // Отв. ред. В.М. Фридланд. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1972. 158 с.
14. Шишов Л.Л., Рожков В.А., Столбовой В.С., Шеремет Б.В., Малахова И.А., Зенин А.Г., Вишняков В.А., Мешалкина Ю.Л. Методическое руководство по описанию почв в системе информационной базы классификации почв. М.: ВАСХНИЛ, 1986. 126 с.
15. Шишов Л.Л., Рожков В.А., Столбовой В.С. Информационная база классификации почв // Почвоведение. 1985. № 9. С. 9–20.
16. Шоба С.А., Столбовой В.С., Алябина И.О., Молчанов Э.Н. Географическая почвенная база данных России // Почвоведение. 2008. № 9. С. 1029–1036.
17. Шоба С.А., Алябина И.О., Колесникова В.М., Молчанов Э.Н., Рожков В.А., Столбовой В.С., Урусевская И.С., Шеремет Б.В., Конюшков Д.Е. Почвенные ресурсы России. Географическая почвенная база данных. М.: ГЕОС, 2010. 128 с.
18. Batjes N.H. Harmonized soil profile data for applications at global and continental scales: updates to the WISE database. Soil Use and Management 25. 2009. P. 124–127.
19. Batjes N.H. World Soil Carbon Stocks and Global Change. Working Paper and Preprint 95/11, Soil Reference and Information Centre, Wageningen, 1995.
20. FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC. Harmonized World Soil Database (version 1.1). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria, 2009.
21. Finke P., Hartwich R., Dudal R., Ibañez J., Jamagne M., King D., Montanarella L. and Yassoglou N. Georeferenced Soil Database for Europe. Manual of Procedures. Version 1.1, European Commission, JRC. 2001. 184 p.
22. Hiederer R., Jones Robert J.A. Development of a Spatial European Soil Property Data Set. JRC Scientific and Technical Report EUR 23839 EN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2009. 30 p. ISBN 978-92-79-12535-5, ISSN 1018-5593, DOI 10.2788/19220.
23. van Liedekerke M., Panagos P. The European Soil Database. Version 2.0. CD-ROM, EUR 19945 EN, 2004.
24. Stolbovoi V. Carbon in Russian soils. Climatic Change. 2002. Vol. 55. Issue. 1–2, Kluwer Academic Publishers, the Netherlands. P. 131–156.
25. Stolbovoi V. Soil Carbon in the Forests of Russia. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2006. Vol. 11. No. 1. Springer Netherlands. P. 203–222.
26. Stolbovoi V. Soil and Physiographic Database for North and Central Eurasia at scale 1:5 000 000. FAO Land and Water Digital Media Series, 7. Rome, Italy, 1999.
27. Stolbovoi V., McCallum I. Land Resources of Russia, IIASA & RAS. CD-ROM. Laxenburg, Austria, 2002. http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/russia_cd/soil.htm.
28. Stolbovoy V., Montanarella L., Filippi N., Jones A., Gallego J. and Grassi G. Soil Sampling Protocol to Certify the Changes of Organic Carbon Stock in Mineral Soils of European Union. Version 2. EUR 21576 EN/2. 56 p. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 2007.

Unified State Register of Soil Resources of Russia as a Model of the Spatial Organization of Soil Cover

V.S. Stolbovoy, E.N. Molchanov

*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia
e-mail: vladimir.stolbovoy@gmail.com*

The Unified State Register of Soil Resources (EGRPR) illustrates a modern soil cover model of Russia. The geographical part of the model is denoted by soil polygons, boundaries of administrative regions (subjects) of the Russian Federation (RF), boundaries of soil-ecological regions and points showing a location of representative soil profiles. The attributive part comprises a relational structure made of morphological-analytical description of soils included in the EGRPR and derived from morphological-genetic and analytical data of representative soil profiles, characteristics of the soil resources of subjects of the RF and description of soil-ecological regions.

Keywords: soil resources, soil cover model.

doi: 10.15356/0373-2444-2015-5-135-143